HUSCHKE, E.

Beiträge

zur

Physiologie und Naturgeschichte,

von

E. Huschke,

Professor der Medicin an der Universität zu Jena.

Erster Band

Ueber die Sinne.

Mit vier Kupfertafeln.

Weimar,

im Verlage des G. H. S. pr. Landes-Industrie-Comptoirs.

1824.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

Seinem Lehrer

Herrn Hofrath Oken,

als Dank und aus Anerkennung,

vom

Verfasser.

Vorrede und Einleitung.

Es giebt zwei Erscheinungsweisen der Empfindung, die, obwohl Eins, doch nach entgegengesetzten Richtungen streben, Sinn und Geist. Jener wendet sich nach Außen und umfaßt die materielle Welt, dieser nach Innen und schaut das Ideal der Dinge, das Gesetz, der Sinneserkenntniß ist Gegenstand die Endlichkeit, der geistigen die Unendlichkeit. Wie diese Sprößlinge Einer Mutter sich in dem einzelnen Menschen stets befehden, und wovon bald der Eine als Sinnlichkeit, bald der Andere als Vernunft siegt, so zerfällt auch die ganze Menschheit in zwei Classen, von denen die Eine mit vorherrschendem Sinn, die andere mit vorwaltendem Geist geboren ward, und diese zwei Extreme stellen sich daher wieder dar in dem Abbild des Menschengeistes, in der Wissenschaft. Sensualismus und Spiritualismus, Realismus und Idealismus und wie sie sonst noch genannt worden, sind diese beiden wissenschaftlichen Endpuncte, die sich beständig bekriegen und welche in der geistigen Duplicität des Menschenorganismus selbst begründet sind. Und so giebt es und gab es von jeher auch in der Naturwissenschaft diese zwei Secten, von denen die Eine bei ihrer Bearbeitung hauptsächlich auf Sinneserkenntniß, die Andere auf geistige drang und welche wohl beide rein eben so sehr einseitige Abwege des Gelehrten und Naturforschers in'sbesondere sind, als sie so selten, oder nie vorkommen. Die Einen suchen die Wahrheit nur außer sich und verlieren sich in der Mannichfaltigkeit der Welt, welche ein Chaos ist ohne Philosophie, die Anderen glauben sie allein in sich zu finden und construiren sich ihre Welt, welche daher oft bloß in ihnen wahr ist. Zu jenen gehören die Beobachter (und zum Theil die Analytiker), die

*

auf der Stufe des sinnlichen Menschen stehen geblieben sind, zu diesen die Idealisten (und zum Theil die Synthetiker), denen im Allgemeinen die geistreicheren Schriftsteller zugehören. Die ersten sind Sinnesmenschen, die letzten Gehirnschriftsteller, jenen liegen die Gegenstände oft focuslos im Geist, diesen oft als klares Nachbild mit allen ihren Zeichnungen und Farben. Die Sinne jener brechen oft zu schwach, die der dichterisch-philosophischen Köpfe zu stark, daß der Gegenstand zuweilen früher gesehen wird, als er wirklich erkannt werden kann, jene sehen nur die zerrissenen Strahlen, der Philosoph oft nur den Einen Focus. Der reine Analyst kömmt nie zu Ende, die Sinneserkenntniß verfällt zuletzt in ein geistloses empirisches Treiben und wird beschränkt und seicht, die bloße Speculation aber in ein bodenloses Phantasiren, oder in ein scholastisches Raisonniren und eine bloße Begriffsphilosophie, wird leer und trocken und führt, auf die einzelne Naturwissenschaft ausgedehnt, oft zu großen Irrungen und zu nichts, als zu künstlichen Systemen, die weder mit der Natur, noch oft in sich selbst zusammenhängen.

Auch in unserer Zeit begegnen dem Beobachter hauptsächlich diese zwei Arten der Naturforschung, die sich am reinsten in dem Französischen und Deutschen Geist aussprechen. Der Franzos, lebendiger, aber daher auch flüchtiger, sinnlicher, beständig nach Außen gekehrt, dem Condillacschen Materialismus ergeben, ergreift auch vorzüglich die Mannichfaltigkeit der Welt, ohne sich um ihre Einheit, d. h. um Gesetze viel zu bekümmern. Der Deutsche, ruhiger und denkender an sich, untersucht dagegen langsamer, aber auch genauer, und ist in seiner Naturwissenschaft metaphysischer. Beide verhalten sich daher zu einander wie Analyse zu Synthese, oder wie Sinn zu Geist. Der Franzos strebt in der Naturbetrachtung nach Verschiedenheit und ruft bei jeder Gelegenheit: das ist etwas ganz Anderes, das ist himmelweit verschieden; der Deutsche umgekehrt sieht in Allem den ewigen Zusammenhang der Dinge und sagt: das ist ja Alles Eins. Aus diesem Punkt lassen sich die Hauptfehler und Haupttugenden der Naturforscher beider Völker ableiten. Der Franzos beobachtet, der Deutsche denkt zu viel, jener ist in der Bearbeitung der Naturwissenschaft zu sehr Sinnes-, dieser zu sehr Geistesmensch, jenem fehlt es nicht selten am Princip, unsern Landsleuten am Stoff. Welchem ruhigen Betrachter fällt nicht jene Sinnlichkeit oder Zerfallenheit in den naturhistorischen Arbeiten der Franzosen auf, welchem aber nicht ebenfalls ihr Fleiß in Herbeischaffung von Materialien? In der Medicin hat diesen Geist der Principlosigkeit Casper neuerlich klar geschildert, in den übrigen Naturwissenschaften fällt der Beweis nicht schwer Die Französische Naturgeschichte

zeigt auffallend genug, wohin eine bloße Sinnesanschauung führt. Wie die Sinne selbst nur die zerstreuten Strahlen der Dinge auffangen, welche ohne den Brennpunct des Gehirns kein klares Bild geben, so ist es auch die Sinneserkenntniß, die, als einziger wissenschaftlicher Regulator gebraucht, in der Naturgeschichte zu den Zersplitterungen geführt hat, wodurch sich die Französischen Systeme eben nicht vortheilhaft auszeichnen. Wer diese nur oberflächlich betrachtet, dem kann nicht entgehen die Sucht nach neuen Gattungen, Ordnungen und selbst Classen durch Hervorsuchung von oft kleinen Unterschieden, ferner das Fabriciren von Hunderten neuer, oft barbarischer Namen. Was kann daraus und hauptsächlich aus dem letzten Anderes entstehen, als ein Thurmbau zu Babel? Der Hauptzweck und die Eigenthümlichkeit der Wissenschaft ist eine schon gegebene Mannichfaltigkeit auf eine Einheit zurückzuführen und sie von hier aus zu deduciren, oder aus einer gegebenen Einheit eine Vielheit zu construiren und sie in der Natur nachzuweisen. Wer daher bei seinen Forschungen ewig nach Mannichfaltigkeit strebt, ohne theils von bestimmten Gesetzen, die jene fordern, auszugehen, noch den Zusammenhang der Dinge und das Streben der Wissenschaft nach Gesetzen im Auge zu haben, verfehlt offenbar den wissenschaftlichen Weg, er liefert nur Materialien dazu, welche auch häufig unzuverlässig sind, weil sie ohne Idee zusammengetragen und nur sinnlich aufgefaßt sind, ohne mit ihren Ursachen verglichen worden zu seyn und deren Controlle ertragen zu haben, so daß rein empirische Naturforscher manche Sonne um ihre Erde wandeln lassen müssen. Und darin bestehen ohne Zweifel die Vorzüge der Deutschen Naturwissenschaft, daß sie einen reiner wissenschaftlichen Weg geht, die Einheit des Räderwerks der Natur mehr im Auge hat, aus Sätzen der reinen Vernunft die Mannichfaltigkeit abzuleiten sucht und einen synthetischen Weg in ihren systematischen Producten befolgt. Es scheint mir grundfalsch, vorzüglich bei Abfassung von Systemen, die Auseinandersetzung der Wahrheit von den, durch die Sinne erhaltenen Ideen ausgehen zu lassen, wobei man gewöhnlich den Grund vorbringt, daß diese die einfachsten seyen, oder wohl gar, daß man von dem beginnen müsse, was zuerst in die Sinne des Beobachters fällt. Welcher Mischmasch würde es werden, wenn jeder auf diese letzte Art sein System abfaßte; denn der Zufall wäre dann das Princip der Naturordnung. Die erste Behauptung aber, welche nicht selten in Französischen Werken vorkömmt, ist nicht minder unwahr. Allerdings ist wohl das nicht allein mathematische, sondern rein natürliche Princip richtig, von dem Einfachen auszugehen und mit dem Zusammengesetzten zu schließen,

allein die Sinnesanschauungen, von denen man die größte Einfachheit behauptet, sind ja gerade die zusammengesetzesten, die des Geistes die einfachsten. Beide verhalten sich zu einander wie Peripherie zu Centrum, oder wie Lehrsatz zu Axiom. Was in den Sinnen zersplittert liegt, wird von dem Geist auf die Einheit des Wesens und Gesetzes zurückgebracht, und ein System muß folglich von diesem geistigen Princip beginnen, wenn es auch in seinem Gang der Abdruck der Natur seyn will. Die Natur geht nie einen analytischen Weg, und wenn dem natürlichen System der Vorzug zugestanden werden muß, so muß eben so nothwendig in ihm Synthesis herrschen. Wie es in der Mathematik ein verkehrter Weg wäre, von den verwickeltsten Sätzen zu beginnen und mit den Axiomen nach unendlicher Wiederholung derselben zu enden, so ist es auch in Natur-Systemen, in denen dadurch nur die Dicke der Bücher, aber nicht der klare Ueberblick der Wissenschaft vermehrt wird, und hierin hat unstreitig die Deutsche Naturforschung den Vorzug. Statt daß die Franzosen in ihren Zoologien (Cuvier) mit dem verwickeltsten Lehrsatz der Schöpfung, mit dem Menschen anfangen und mit dem einfachen Axiom der Monade schließen, so finden wir in den neuern Deutschen (Oken) die umgekehrte Richtung, wenn die neuern Französischen Physiologien (Magendie) mit dem Geist und den Sinnesfunctionen, wenn die neueste vergleichende Anatomie (Blainville) mit den Sinnesorganen beginnen, so haben wir in den Deutschen Physiologien (Walther) die Reproductionsfunctionen mit Recht zu unterst, da ja das höhere Thier, die höhere Thätigkeit, das höhere Organ durchaus nicht zu verstehen ist, ohne das Verständniß der unteren. Und dieser Weg in der Betrachtung der Natur ist der, welcher, wenn ich eine philosophische Secte nennen soll, durch die Naturphilosophie in Deutschland wieder zu Ehren gekommen ist, nachdem man sich einerseits in das endlose Feld der Beobachtung, andrerseits in ein gehaltloses Zersplittern der Begriffe verloren hatte, ohne das Princip im Auge zu haben, nach welchem geordnet, abgetheilt und beobachtet werden muß. Schon etwas früher neigte sich Batsch zu jenem naturphilosophischen Weg und ein Dichter, der, zum philosophischen Beobachter überhaupt geboren, auch in die Naturwissenschaft die Lichtstrahlen seines Geistes warf, bereitete ihn ahndend vor

durch seine Metamorphose der Pflanzen. Auch Herder kann man in anderer Hinsicht, und in ausgezeichnetem Grade, als Vorgänger ansehen, da er beständig auf eine genetische Methode drang. Aber sie lebten ihrer Zeit voraus und unbeachtet blieben ihre Ideen, bis die Naturphilosophie, von den Dünsten des Idealismus gereinigt, ein Gebäude aufführte, was nicht bloß Blatt und Krone, wie Göthe es that, sondern Chaos und Menschheit vereinigte, ein Weltgebäude. Was durch sie Philosophisches in der Naturwissenschaft geleistet worden, liegt vor der Welt, und obwohl zuweilen der Phantasie sich hingebend und darum oft verkannt, ist sie doch die, durch welche die zersplitterten Naturwissenschaften zu Einem Ganzen wieder vereinigt worden sind. Eins ihrer Hauptverdienste unter vielen andern ist ohne Zweifel der ausgedehntere Gebrauch des Gesetzes der Causalität, was, synthetisch auf Naturwissenschaft angewandt, das Gesetz der Genesis ist. Es greift durch alle Zweige der Naturwissenschaft hindurch und ist nicht allein ein unerschütterliches, da es in der Vernunft selbst seine Basis besitzt, sondern auch das nothwendigste bei einer wissenschaftlichen Betrachtung der Lebensverhältnisse jedes Endlichen, also unseres ganzen Gesichtskreises der Natur. Untersucht man hauptsächlich die Fortschritte der Naturgeschichte, so kann es selbst der oberflächlichsten Betrachtung nicht entgehen, daß erst durch sie dieser Wissenschaft ein philosophischer Character gegeben worden ist, dessen sie bis dahin entbehrte. Alle früheren Versuche sind bloße empirische oder inductorische Zusammenstellungen, erst diese Philosophie hat, ihrem rein genetischen Character gemäß, auch der Naturgeschichte das Gesetz der Metamorphose aufgedrückt, und wenn auch der erste Schritt natürlich unvollkommen ist, so ist er doch mehr werth, als die Entdeckung von Hunderten neuer Arten und Varietäten.

Dasselbe Bedürfniß hat die Physiologie, von der man, wenn man ihr Ziel scharf in's Auge faßt, leicht erkennen kann, daß sie auch nichts seyn will, als philosophische Entwickelungsgeschichte, wie alle Naturwissenschaft. Wo noch das Entstehen und Werden eines Dings in Dunkel gehüllt ist, fehlt uns gewöhnlich auch die wahre Erkenntniß desselben. Den Schleier müssen wir heben, der über dem Ursprung und Werden der Natur ausgebreitet liegt, um ihr geheimnißvolles Wirken und die Wahrheit zu erkennen, und wäre auch das

Wissen hierin anfangs ein bloß historisches, so wird es demungeachtet eine reiche Fundgrube von Lebensgesetzen des vollkommenen Geschöpfs seyn; denn nur die Ursache erklärt die Wirkung, nur das Werden das Seyn, nur der Anfang das Ende, und die Entwickelung allein giebt der Natur mit einem klaren Zusammenhang, wie einem wissenschaftlichen System, ihren geistigen Reiz. Wer daher den vollkommenen Zustand eines Dings untersucht, ohne seine Untersuchung durch die Betrachtung der Entwicklung zu rechtfertigen, erregt nicht selten den Zweifel vollständiger Beobachtung und verfehlt das vorgesteckte Ziel der Wissenschaft. Daher der Nutzen der vergleichenden Methode, die auch nichts als Einheit und für das Höhere Erklärungsgründe in seinen niederen Zuständen sucht. Daher in der Formlehre der große Nutzen, welchen die vergleichende Anatomie der menschlichen gebracht hat, daher in der Physiologie die Fortschritte, welche in der neueren Zeit durch die Naturphilosophie im Verein mit der vergleichenden Anatomie gemacht worden. — In der Physiologie ist man in diesem Gesetz der Metamorphose weit bedeutender vorgerückt, als in der anorganischen Natur, was großentheils von der verschiedenen Schnelligkeit des Lebens beider herrührt. Das unorganische durchläuft in unsern Zeiten in langsamen und großen Kreisen seine Stadien, ein Stein braucht gewiß oft Jahrhunderte und Jahrtausende, um sich in ein andres Mineral umzuwandeln, was daher der Beobachtung, wenn nicht mehrere Generationen daran Theil nehmen, entgehen muß, da umgekehrt das organische Leben bei der Beweglichkeit und Vergänglichkeit seiner Erscheinung dem Beobachter auch Anfang und Ende leichter gewährt. Dort hilft nur der künstliche Weg der chemischen Analyse und Synthese, und obgleich die Chemie in dem Mineralreich noch eine Menge sogenannter einfacher Stoffe aufzählt, so ist sie es doch wohl allein, die zu einer klareren Einsicht in das Wesen des Minerals führen wird. Nur auf den Fortschritten der Mineralchemie ruht das Fortgehen eines natürlichen Mineralsystems, weil wir einzig durch ihre Hülfe uns den Metamorphosengang und somit eine natürliche Aneinanderreihung der einzelnen Mineralien verschaffen können. In der organischen Natur ist es anders, hier zeigt uns das Leben jeden Augenblick natürliche Metamorphosen, ohne daß wir sie durch den Schmelztie-

gel oder eine Säule herbeizuzwingen brauchten, und wenn auch die Organologie der Chemie bedeutende Schritte schuldig ist, so ist sie doch nicht der einzige Weg, der zu einem System der Pflanzen und Thiere verhilft.

Mit der Physiologie des Nervensystems und Geistes ist es nicht anders. Auch der Geist kann nur durch diese genetische Behandlung zu größerer Klarheit und Einheit mit der übrigen Natur des Menschen und dadurch wieder mit der übrigen Schöpfung gelangen. Ohne genetische Beziehung zu den Körperkräften stehen die geistigen eben so isolirt, wie das Herz ohne das Gefäß, oder dieses ohne das Blut, aus welchem jenes hervortritt. Mit diesem allgemeinen Band der Entwickelung wird zwar der Geist herabgezogen und eingeschränkt, aber auch umgekehrt die Materie erhoben und vergeistigt, und ein crasser Materialismus, der vielleicht Manchem sich aus einer physiologischen Behandlung der Psychologie zu bilden scheint, ist gebannt; denn wird selbst dem Element, wie es mit seiner Individualität nothwendig ist, Freiheit nicht versagt, so fällt auch dieses Palladium im Menschen nicht, auch wenn die Geisteskräfte als entwickelte Kräfte der Elemente angesehen werden. Wenn auf diesem realen Weg der Geist mit derselben Schärfe der Kritik behandelt wird, welcher er sich von der Kantischen Schule auf idealem zu erfreuen hatte, so möchte wohl ein Gebäude der Psychologie zu erwarten seyn, was vielleicht mit dem idealen übereinstimmt, aber es bei weitem übertrifft. Daß dieß bis jetzt nicht geschehen, liegt nicht an dem Wege selbst, sondern an denen, welche ihn verfolgt, indem sie bald, von dem Poetischen des Gegenstandes überwältigt, der Phantasie die Zügel schießen ließen, bald aus Mangel an speciellen Realkenntnissen zu falschen Vergleichungen und Schlüssen geführt wurden und bald endlich, zu schnell sich von der Erfahrung abwendend, trotz ihres Scharfsinns, in den allgemeinsten, dunkelsten Regionen des Geistes und im Mysticismus sich verloren.

Zu dieser Vereinigung des Geistes mit dem Körper und zur Vorbereitung zu einer Psychologie nach physiologischen Grundsätzen sind auch diese Beiträge hauptsächlich bestimmt. Es ist nicht allein das physiologische Dunkel, welches noch auf der Bildung der

Sinnesorgane liegt, was mich zu ihrer Untersuchung hinzog, sondern noch mehr jenes psychologische Ziel, was mich mit diesen Uebergangspuncten der Materie zum Geist anfangen hieß, da die Brücken erst gesichert seyn müssen, bevor man sich in das unsichtbare Land des Geistes und in das Labyrinth des Gehirns selbst wagt. Ohne ihre Klarheit findet schwerlich je das Gehirn wissenschaftliche Enträthselung, da sie die Symbole des Geistes sind. Durch Sprache, Bewegung und Zeugung, als die drei übrigen, dem Geist nahe verwandten Thätigkeiten, hoffe ich mir in den nächsten Bänden einen, soviel es dem Einzelnen in einem fast ungebahnten Felde möglich ist, sichern Weg zu ebnen, auf welchem ich zu einer Physiologie des Gehirns gelangen kann.

Jena, im September 1823.

Dr. E. Huschke.

Ueber

die Sinne.

Naturae vero rerum vis atque majestas in omnibus momentis fide caret, si quis modo partes ejus ac non totam complectatur animo. *Plinius.*

Erster Abschnitt.

Von den Sinnen im Allgemeinen.

§. 1.

Die Natur ist kein Baum mit abgerissenen unzusammenhängenden Aesten, einer ist nicht auf den andern künstlich gepfropft, sondern aus ihm hervor getrieben durch dessen eigne Schöpfungskraft, und alles ist mit einander verbunden durch die Entstehung und durch Eltern- und Kindesrechte. So ist es in der materiellen und nicht anders in der geistigen Welt, ebenso in der unorganischen, so noch deutlicher in der organischen Natur. Die höhern Thiergeschlechter haben ihren Boden in den Infusorien und Pflanzen, und diese wiederum in den Elementen, sie alle finden daher auch nur in diesen ihren Ursachen die Erklärung ihrer Zahl, Form und Dauer. Nicht anders kann die Physiologie erklären und construiren. Ein Organ und eine Function hängt an der andern nur durch mütterliche und kindliche Gewalt, und die ganze Verkettung und Sympathie der Theile des Organismus beruht einzig und allein auf diesem Gesetz der Genesis, oder auf dem der Causalität. Das höhere Organ und die höhere Function wurzelt auf den Niederen, und vom kaum gestalteten Schleim bis zum verwickelten Gehirnbau, von der Elasticität und Contractilität des Zellgewebes bis herauf zum Willen und der Empfindung des geistigen Menschen läuft eine Stufenreihe der Erscheinungen und Kräfte, die früher in Einem verflossen nun getrennt werden, selbstständig auftreten und sich wiederum in einander theilweis oder ganz umwandeln in einem ewigen Strom. Was ist leichter zu beweisen, als dieses, in den niedern Kreisen des organischen Lebens, was schwerer, in den höchsten geistigen? Wer leugnet wohl, daß das Zellgewebe einmal gebildet aus der Kugelsubstanz der allgemeinen Schleim- oder Eiweißmasse, welche zur Basis allen Organen dient, die Grundlage sey, aus welcher sich die meisten, ja wohl alle Organe bildeten, und dessen Character alle an sich tragen? Wer leugnet, daß die verschiedenen großen Drüsen, welche am Darmkanal hängen (Milz, Leber, Bauchspeicheldrüse ic.), nur Producte des respectiven Darmstücks selbst sind, an welchem sich das, zwischen Darmkanal und Haut liegende Blut oder Saftsystem, zu Parenchymknoten angesammelt hat und Drüsen bildet, wie im Nervensystem die concentrirte Nervensubstanz Nervenknoten? Wer bezweifelt jetzt noch, daß die Nägel Endschuppen der Glieder und also nur eine veränderte Oberhaut sind, wer, daß das Herz nur eine umgewandelte Arterie nnd das Gehirn ein aufgeblühtes Rückenmark sey? Solcher anatomischer Entwicklungen lassen sich Hunderte aufführen, und sie sind leicht zu finden, leichter als die functionellen. Doch auch hierin wird man immer mehr und mehr auf Uebergänge und Metamorphosen stoßen, jemehr

die Physiologie ihre Tendenz als Entwickelungsgeschichte im Auge haben wird. Von Verwandlung der Verdauungsthätigkeit in Athemfunction haben wir durch Carus ein merkwürdiges Beispiel an den Ascidien erhalten, nach dessen Untersuchungen der Athemsack dieser Thiere anfangs selbst Magen ist, (indem er darin kleine, halbverdaute Krebse fand) erst, nachdem er selbstständiger sich ausgebildet hat, von dem Magen und zugleich von der Verdauungsthätigkeit sich abwendet und zu einer Luftthätigkeit übergeht. Ein anderes Beispiel giebt die Verwandlung der Elasticität des Zellgewebes in wirkliche Musculartthätigkeit. Die Arterienhäute zeigen wenig Spuren von Irritabilität, sowie auch Berzelius in der Muskelhaut derselben keinen Faserstoff gefunden haben will; dennoch wird das aus derselben Muskelhaut entwickelte Herz sehr irritabel und scheint dagegen an Elasticität zu verlieren. Dergleichen Metamorphosen der Kräfte kommen ferner bekanntlich ebenso häufig in pathologischen Zuständen vor. Der Grund, daß Verwandlungen organischer Thätigkeiten und Kräfte in einander weniger deutlich, als die Wechsel der Formen sind, liegt darin, daß wir überhaupt von vielen Theilen die Functionen nicht genau, nur theilweis und zerstückelt, und oft nicht die Hauptfunctionen kennen, weil ferner diese Kräfte nicht der leichten sinnlichen Anschauung unterworfen sind, wie die Organe, sondern eine abstracte Entwicklung fordern. So fängt man auch jetzt in der Chemie und in der organischen Chemie insbesondere an, auf das Gesetz der Metamorphose mehr Rücksicht zu nehmen, und nur dadurch wird diese Wissenschaft ein wissenschaftliches Interesse gewinnen und sich aus der Reihe empirischer Wissenschaften zu einer Vernunftwissenschaft erheben, während sie jetzt größtentheils besonders im unorganischen Theil Materialiensammlung ist. Auf diese Weise hat man in neuerer Zeit verschiedene Stoffe (z. B. Alkohol in Essig durch Verbindung mit Oxygen, Amylum in Zucker auf eine ähnliche Weise u. s. w.) in einander umgewandelt oder durch Analyse gefunden, daß viel organische Substanzen nur durch die verschiedene Menge der stöchiometrischen Verhältnisse von einander sich unterscheiden, und auf diesem Wege wird nach und nach eine ununterbrochene Reihe entstehen, und die Reihe wird zur Kette durch mathematische Gesetze werden.

§. 2.

Was von jenen niederen Processen der Vegetation, gilt natürlich auch von den höchsten des Organismus, von denen der Sensation und des Geistes. Es ist nicht genug, daß wir zugeben, ihre Organe seyen im Allgemeinen aus denselben Stoffen und Formen zusammengesetzt, als der übrige Körper (wie die Chemie beweis't und die Anatomie lehrt), sondern auch ihre Entwicklung aus ihnen muß zugestanden werden. Ohne diese muß man zu dem Leim einer prästabilirten Harmonie seine Zuflucht nehmen, der bekanntlich nur zwischen den Schrauben der Vorurtheile die physiologischen Bretter zusammenhält. Wer aber einen materiellen, anatomischen oder chemischen Uebergang bejaht, wird den der physiologischen Erscheinungen und der Kräfte nicht leugnen können, ohne sich wiederum in eine heidnische Vielgötterei und in Fehler gegen das Causalitätsgesetz zu verirren. Wenn aber, wie die Stufenreihe des organischen Reichs und die Entwickelung des organischen Individuums beweis't, die Vegetationsorgane und Processe (Ernährungs-, Verdauungs-, Athem-Proceß) früher vorhanden sind, als die reiner animalischen (Bewegung und Empfindung), so folgt nach dem Gesetz der Entwickelung, daß die letzten, wie ihre Organe, nur Metamorphosen der ersten seyn kön-

nen, da ja nichts in der Natur aus sich selbst entspringt, sondern alles Endliche nur aus dem vorhergehenden Moment hervortritt, um zu einem folgenden überzugehen und Alles nur Wiederhohlung des Vorigen unter neuer Form ist, während das Urbild bleibt. In sinnlicher Hinsicht dürfen wir also nicht damit zufrieden seyn, das Auge oder Ohr oder die Bewegungswerkzeuge auf Zellgewebe oder Hautbildung zurückzuführen, sondern auf die nächst vorhergehende Reihe von Organen, die selbst aus Zellgewebe gebildet, es auf einer höhern Stufe, oder in individualisirteren Kreisen wiederhohlen und ihre Verschiedenheit von ihm durch die Verschiedenheit der äußern Einflüsse erhalten. Und ebenso folglich die Kräfte, welche wir der Erscheinungswelt unterlegen. Sie dürfen nicht neben einander liegen ohne genetische Beziehung zu einander, es muß sich vielmehr Eine aus der Andern entwickeln und so alle auf causalen Füßen stehn, ohne welche Basis die Physiologie den Character einer Wissenschaft verliert und zur Empirie und Materialiensammlung herabsinkt, wie die Anatomie in vieler Hinsicht noch so ein Wust ist.

§. 3.

Wenn aber die Sinnes-Organe oder Functionen nur höher entwickelte, niedere Theile und Kräfte des Organismus seyn können, so sind die ersten aufzuwerfenden Fragen: kann die Entwicklung aus ihnen anatomisch und physiologisch nachgewiesen werden? Welchen entsprechen sie im Allgemeinen, welcher Function die einzelne? Welches sind die Puncte, die sie aus einem niederen Organ zum Sinnesorgan steigern? Wodurch unterscheidet sich Sinnesfunction von ihrem niedern Vorgänger und worin kömmt sie mit ihm überein?

Die erste Frage will ich unterdessen vorgreifend mit Ja beantworten, und ich hoffe, da diese Schrift eben den Metamorphosen dieser halbgeistigen Organe gewidmet ist, später durch anatomische Untersuchungen hinreichende Beweise gerade *dafür* zu liefern. Ich schicke daher nur Einiges über das Schwierigere, über die Umbildung der Thätigkeiten, voraus.

Die Empfindungsfähigkeit der Außenwelt, im Allgemeinen, scheint weiter verbreitet zu seyn, als man gewöhnlich annimmt. Sie ist auf keinen Fall bloßes Eigenthum der Thiere. Von ihnen steigt sie unvollkommner herab zu den Pflanzen, wo sie in den Mimosen, Hedysarum gyrans etc. noch deutlich ist, und als Empfänglichkeit für Reagentien erscheint sie noch in den Mineralien und Elementen. Was bestimmt eine chemische Potenz zur Gegenwirkung? Doch wohl eine Erregung ihrer selbst! Erregung setzt aber Reizempfänglichkeit voraus, und diese ist das Residuum der Empfindung. Denn das Aufnehmen eines Reizes kann nur ein dynamisches seyn, es muß sich ein Bild des reizenden Gegenstandes, wenn auch noch so dunkel, entwickeln, ein gedächtnißloses und daher bewußtloses Erkennen desselben da seyn, um Reaction zu bewirken. Wenigstens haben wir keinen Grund, warum wir, wenn den einfachsten Thieren Empfindung zugestanden ist, sie den Pflanzen, und wenn diesen, den Mineralien und den so lebendigen Elementen *ganz* absprechen wollen. Die Empfindung verschwindet eben sowenig ganz, als ein Grad des Willens, der sich in der Reaction der niedern Körper als unbewußtes Streben derselben ausdrückt. Solche allgemeine Thätigkeiten, wie Streben und Reizempfänglichkeit, verlieren sich gewiß nirgends, ja Freiheit, die Grundlage des Willens ist sie nicht mit der Individualität eines Dings nothwendig gegeben? Wo diese, ist Selbstständigkeit, mit der Selbstständigkeit aber Freiheit, und jedes für sich bestehende Atom, wäre es auch

in tausend Ketten des Weltalls verwickelt, läßt sich daher das nicht nehmen, was mit seiner Entstehung fest verknüpft ist, ohne selbst aufzuhören zu seyn. Empfindung und Willen sind die zwei Angeln, um welche sich unser Leben, wie jedes Einzelne, dreht; jene ist es, die uns an das Universum ankettet und von der Nothwendigkeit uns angeerbt ist, dieser das Diplom unsrer eignen Totalität und das Siegel, was die Freiheit uns aufgedrückt hat. Ich glaube, es ist ein Ueberbleibsel der unglückseligen vollkommnen Scheidung der anorganischen von der organischen Natur, die diese höchsten Thätigkeiten bloß zum Eigenthum der letzten und zwar bloß der Thiere machte. Denn wer die anorganische Natur todt nennen kann, entzieht ihr auch natürlich die Kräfte, welche das eigentliche Leben sind und den freien Geist beurkunden. Diese Pflöcke, welche ein registrirender Verstand und eine künstliche Naturwissenschaft so tief eingeschlagen hatte, sind durch die Philosophie neuerer Zeit glücklicherweise schon bis zur Wurzel entblößt, der Beobachtung wird es nicht schwer fallen, sie ganz herauszureißen. Und schon haben Gruithuisen und andere verdienstvolle Naturforscher das genetische Verhältniß zwischen den Elementen und dem organischen Reich durch Versuche dargethan, so daß die Chemiker nur einen halben Schritt vorwärts zu thun brauchen, um den alten Aberglauben auch für die Sinne zu begraben, den die Vernunft schon längst in die Gruft der Dogmengeschichte versenkt hat.

§. 4.

Diese allgemeine Verbreitung der Empfindung mag übrigens einer schärfern Untersuchung bedürfen, oder nicht, soviel glaube ich aber beweisen zu können, daß die einzelnen Sinnesorgane nur emporgehobene vegetative Theile sind. Oken hat bloß zwei, Nase und Zunge, mit solchen verglichen, aber sie sind alle nichts anders, als Metamorphosen der Vegetation; wovon unten. Es können folglich die Sinnesfunctionen auch nichts anders seyn, als emporgehobene Elementarfunctionen des thierischen Organismus, und ihre Verschiedenheit erlangen sie eben durch diese, indem die Empfindung eine verschiedene vegetative Hülle anzieht. Wie aber ist dann der Gang der Umbildung aus einer Vegetationsfunction zu der des speciellen Sinnes? — Beide Prozesse stehen aus einander, wie anorganisches und organisches Reich, und was dort noch materiell ist, wird hier geistig. Beide sind Ingestions- und Egestionsacte; denn die Empfindung eines speciellen Sinnesorgans ist ebenso eine Assimilation einer bestimmten Außenwelt, wie sie in den Athmungs- oder Verdauungswerkzeugen geschieht, und die subjectiven Erscheinungen in den Sinnen, wie vorzüglich das Farbenproduciren im Auge, sind nur Reactionen oder Egestionen derselben, wie Ausathmung oder Excretion die Reaction der Lunge oder irgend einer andern pflanzlichen Bildung ist. Der Unterschied ist nur, daß nach dem Gang aller Entwicklung in den Sinnesorganen zerfällt wird, was in der Vegetation noch vereinigt war. Nur dadurch wird ein Vegetationsorgan zum Sinn, daß es sich von der Materie als Ganzem abwendet und einzelne ideale Theile derselben und zwar geistig ergreift, welche nicht für sich existiren. Die Sinne unterscheiden sich von ihnen, daß sie nur die einzelnen Qualitäten der Dinge aufnehmen, nicht die ganzen Dinge selbst. Die Lunge inspirirt die Luft, sammt ihrer Electricität, Schwere und Wärme und Kälte, der Darm und das Gefäßsystem nehmen die ganzen erdigen und wässerigen Stoffe auf mit ihren verschiedenen Eigenschaften; in der Sensation werden hingegen diese

einzelnen Dinge im eigentlichen Sinne analysirt in ihre verschiedenen Eigenschaften. Die Gegenstände schicken gleichsam einen Strahlenkegel ihrer verschiedenen Qualitäten aus, dessen Ende sich in diese zertheilt und auf die verschiedenen Sinnesorgane mit den einzelnen Strahlen auffällt. Die Sinnesorgane zusammengenommen, sind dann die Eine Linse, durch welche die verschiedenen Strahlen eines Dings wieder zu ihrem Focus, zum Gehirn geschickt werden, als zweite Nachbilder. Sie sind also für das Hirn, was die vegetativen Assimilationsorgane für das Herz. Wie es in den vollkommneren Geschöpfen mehrere Wege giebt, durch welche die mannichfachen äußeren Potenzen auf vegetative, d. h. materielle Weise aufgenommen werden und welche im Herzen zusammengelaufen, von Neuem arteriell und productiv ausſprossen, so hat die Empfindung nicht weniger verschiedene Atria für die ideale Außenwelt, die zum Gehirn zusammengetreten, von hier aus eine neue geistige Welt bilden. Mit dieser Individualisirung ist natürlich, wie überall, Beschränkung verbunden, und die Klarheit gewinnt auf Kosten der Allgemeinheit. Das Auge wird auf Licht, das Ohr auf Schall reducirt und verliert mit der höchsten Klarheit und Schärfe in jenen Objecten die Receptivität für andere Eigenschaften der Materie, während im Polypen jede Stelle des gleichgewebten Körpers alle übrige zugleich, obgleich auch oberflächlicher empfindet.

§. 5.

Die Entwicklung der Organe aber bedürfte eigentlich, um eine vollständige Klarheit zu erlangen, eine Auseinandersetzung der Entwickelungsweise der Hauptsysteme, ja, da sie überall eingreifen, vielleicht des ganzen Organismus, was mich aber hier zu weit führen würde, da diese Bogen keine allgemeine Entwickelungsgeschichte geben wollen. Ich beschränke mich daher hier bloß auf das, was auf die Erklärung ihrer Bildung den größten Einfluß hat. Vor allem fällt hier sogleich auf die Concentration der Sinne an den Kopf und die vorzugsweise Entwicklung derselben auf der Haut. Jenes steht im Verein mit der Entwicklungsweise des ganzen Körpers von hinten nach vorn, was hauptsächlich in den höhern Systemen deutlich ausgesprochen ist. Die Ausbildung des Nervensystems geht überall diesen Weg, ein Satz, dessen Richtigkeit fast durch die Metamorphose eines jeden Thiers bestätigt wird und auch bekannt genug ist, als daß ich viele Beweise anzuführen brauchte. Bei den Insecten hat am Nervensystem diese zunehmende Anhäufung der Nervenmasse nach den Kopf hin Herold in seiner meisterhaften Entwicklungsgeschichte des Kohlweißlings nachgewiesen, in den Wirbelthieren gibt jede Froschlarve oder jeder Foetus in dem zusammenschrumpfenden Schwanz und dem schwindenden Rückenmark mit der Ausbildung der vordern Theile und der Glieder den schlagenden Beweiß. Selbst im Gehirn geht die Bildung der einzelnen Gehirnknoten von hinten nach vorn, und die Riechganglien oder die Hemisphären sind daher bei den niedersten Wirbelthieren so äußerst untergeordnet und klein. Die edleren Organe drängen sich im Allgemeinen nach diesem vordern Centraltheil des thierischen Körpers, und was am Hintertheil noch vegetativ ist, wird hier thierisch. Es ist daher merkwürdig, daß sich alle Sinne, ohne Ausnahme, an den Kopf anlegen, was von den vier höhern: Ohr, Auge, Nase und Zunge klar ist. Indeß selbst die Tastorgane sind ursprünglich ein Glied des Schädels; denn die Extremitäten der Fische, die Flossen heften in der Regel den Schultertheil des Schultergürtels mit zwei Fortsätzen, welche dem zweigespaltenen Ende einer Amphibien-Rippe

entsprechen, an das Hinterhaupt, und selbst die Nerven für diese Theile gehen fast noch durch das große Hinterhauptsloch hervor. Erst später löst sich mit der Bildung eines Halses auch die Gliederbildung vom Kopf ab und tritt an Brust und Becken. Es ist also der Kopf der Sammelplatz des äußern und innern Geistes, der Sensation und der eigentlichen Geisteskräfte und steht im Gegensatz zum Beckenende des Körpers. Geist und Materie bilden ihren Focus an entgegengesetzten Puncten, am Becken die größte Vegetation, am Kopf die höchste Animalität, in den Geschlechtsorganen die größte Kraft in Production neuer Materie, hier die größte Bildungskraft der Ideen. —

In demselben Gegensatz, welcher hinteres und vorderes Körperende trennt, ist Centrum und Peripherie des Organismus. Der innere Theil (Darmcanal) gehört fast alleinig der Vegetation an, der äußere (Haut) verliert die Vegetationskraft und wandelt sich zu den eigentlichen thierischen Systemen um. Knochensystem, Muskeln und Nerven haben ihren Hauptsitz hier, dort dagegen die Drüsen, Geschlechtsorgane und überhaupt die ganze Mannichfaltigkeit der Vegetation (Ernährung, Verdauung, Athmung). Es folgt hieraus, daß die Haut der entwicklungsfähigere Theil von beiden ist und der edlere, und es gehört daher auch der größte Theil der Sinnesorgane dem Hautsystem an. Auge, Ohr, Nase, Finger sind seine Bildungen, und nur der einzige Verdauungssinn, der Geschmack, residirt auf dem Kopfende des Darmcanals. Niemand wird mir hier die Eustachische Röhre, oder die Rachenöffnung der Nase entgegenhalten, als Producte des Darmcanals, da beide erst spätern Ursprungs und nur Nebentheile der entsprechenden Sinnesorgane sind. Die Nase ist anfangs ein Blindsack, das Gehörorgan existirt zuerst nur als Labyrinth, was sich nicht einmal durch ein ovales Fenster in den Darmcanal öffnet, wie späterhin, wovon unten ein Weiteres.

§. 6.

Nach dem allgemeinen Gesetz der Identität und Wiederholung kann aber der Kopf, der uns hier als der Sammelplatz der Sinnesorgane (§. 5.) am meisten interessirt, nicht von den übrigen Körpertheilen verschieden seyn. Glieder- und Ringelbildung ist der Grundtypus des Skelets der wirbellosen wie der Wirbelthiere, dort sind es Hautschienen, hier Rippenringe, welche sich von hinten nach vorn stets wiederholen. Am Skelet der Insecten scheint sich zuerst Rückenseite von Bauchseite zu trennen, und als die zwei Haupttheile ein größerer Rücken- und ein kleinerer Bauchringel zu entstehen, von denen, wie es scheint, jeder wieder in zwei zerfällt. Nicht anders ist es am eigentlichen Skelet der Wirbelthiere. Der kleinere Bauchringel wiederholt sich als Brustbeinwirbel und Rippenknorpel, oder als vorderes Stück der Vogelrippe, der hintere größere Halbring als eigentliche Rippen- und Wirbelsäule. Von ihnen lösen sich hinten für Dornfortsätze eigene Stücke, nach vorn die Gelenkstücke der Rippen für die Querfortsätze ab und bilden so zwei Canäle, wovon der eine das Nervenmark, der andre, welcher seltner zum Schluß kommt, das Hauptgefäß, die Aorte umschließt. Derselbe Bau ist im Kopf. Oken hat den wichtigen Schritt gethan, den Schädel in drei Wirbel aufgelöst zu haben, und überzeugt von der vollkommnen Richtigkeit dieser Ansicht im Allgemeinen, lasse ich mich hier nicht auf Gründe dafür, noch auf Widerlegung derer ein, die noch jetzt von Wirbeln reden, in welche man durch solche Betrachtung gezogen werde. Mit ihnen wurde auch das Hirn als Fortsetzung des Rückenmarks erkannt, wie schon Praxagoras ahnete, und man fand nicht

schwierig in den einzelnen Theilen desselben einzelne Stränge von jenen wieder, obgleich allerdings hierin noch sehr viel zu thun übrig ist. Von den knöchernen Theilen des Kopfes bedürfen, nach meiner Meinung, die Kinnladen noch die meisten Abänderungen, in Hinsicht auf ihre Bedeutung. Oken *) hielt sie anfangs und auch jetzt noch für Wiederholungen der Glieder im Kopf, welchem Satz ich indeß nicht beitreten möchte. Sein Hauptbeweis ist die Kinnladenbildung der Insecten. Was bei diesen Kinnladen genannt wird, sind zwar ohne Zweifel Füße, was hauptsächlich an Krebsen unverkennbar ist, aber es ist eine große Frage, ob die Kinnladen der Wirbelthiere die ihnen entsprechenden Bildungen sind. Ich glaube vielmehr, daß ebensowenig, als die Füße der Insekten in die Füße des höhern Thierreichs übergehn, auch ihre Kinnladen sich in unsre Kauwerkzeuge umwandeln. Ich möchte in diesem Falle die Kinnladen dieser so symmetrisch gebauten Thierclasse, eher mit unsern Zähnen allein vergleichen, indem an ihrer Spitze, z. B. bei den Spinnen, auf ähnliche Weise der Giftgang sich öffnet, als bei den Schlangen, aber auch von diesen sind sie offenbar keine Urbilder. Bei den Insecten verdaut die Haut mit, indem die Natur Füße zu Kauwerkzeugen umgestaltet, in den höhern Thieren nur der Darmcanal, und Zähne und Insectenkinnladen würden sich also zu einander verhalten, wie Darm zu Haut. Was bei den Insecten äußerlich liegt, entwickelt sich bei den Wirbelthieren innerlich, und wie die Insectenkinnladen nur eine Haarbildung der Haut sind, so sind alle Zähne die zu Greifwerkzeugen entwickelte Zottenbildung des Darmcanals, und selbst die eingekeilten Zähne sind daher nicht verschieden in ihrer Bedeutung von den Zähnchen der Zunge oder des Gaumens, sondern auch nur eine zottenartige Bildung eines Epithelium. Was man in den Wirbelthieren mit den Insectenfreßwerkzeugen vergleichen könnte, sind vielleicht die kolbigen oder blattartigen Fortsätze unter dem Mund von Frosch- und Salamanderlarven, womit sich diese Thiere an Pflanzenstengeln ansaugen und anhalten **), und welche Aehnlichkeit mit den zwei Hakenkinnladen mancher Insecten-Larven haben, z. B. der Fliegen Allein eben so wenig möchte ich, wie Meckel thut ***), den Oberkiefer als einen großen Antlitzwirbel, noch jede Kinnlade für eine Rippe ansehen, indem bei dieser Ansicht die regelmäßige Lage der Rippen als umschließender Theile des Darmcanals ganz außer Acht gelassen ist und verkehrt wird, so daß dann bloß die untere Kinnlade eine wahre Rippe wäre, während dagegen die obere sonderbarer Weise sich über den Darmcanal des Kopfs, die Mundhöle weggelegt hätte, wie dieß keine Rippe thut. Die Kinnladenbildung scheint mir blos richtig gedeutet werden zu können, wenn man das Verhältniß von Haut und Darmcanal genau berücksichtigt. Die Rippen sind die umschließenden Theile des letzteren, und wenn der Kopf aus denselben Hauptgliedern, als der Rumpf besteht, so müssen nicht nur die Rippen da seyn, sondern auch das obere Ende des Darmkanals, der hier mit der Haut verfließt, umgeben, und dieser kann also hier nur in einer Rippenhöhle liegen. Die obere Kinnlade ist also schwerlich ein ganzer Rippenbogen, noch weniger ist der Intermaxillarknochen ihre untere oder vordere Spitze. Beide Kinnladen Einer Seite stellen nur eine einzige ungeheure Rippe dar, und die Oberkiefer bilden die Rük-

*) Programm über die Bedeutung der Schädelknochen. Jena 1807.

**) Von der Larve von Rana fusca sind sie T. III. abgebildet; von der Larve der Wassersalamander bei Rusconi. (Amours des Salamandres aqualiques etc. Milan. 1821. T. III. Fig. 2. 6.)

***) Meckel, Anatomie des menschlichen Körp. Bd 2. S. 173. § 647.

kenstücke (die aber aus mehreren zusammengeflossenen bestehn), der Unterkiefer, die Bauchstücke derselben, nach welcher Ansicht der Mund sich nothwendig zwischen den beiden Kinnladen öffnen muß, als in der Höhle, welche von zwei Rippenbögen gebildet wird. Die Spitze des Unterkiefers wäre demnach dem Zungenbein oder Brustbein analog (nur entwickelt sich kein besondrer Wirbelkörperkern), das Alveolarstück der Oberkinnlade und der Intermaxillarknochen aber die obern stärkeren Anlagepuncte an die Kopfwirbelsäule, oder ein Gelenkende der Rippen höherer Thiere (indem bei den niedern der Querfortsatz noch Gelenktheil ist), und also nicht das Bauchende einer Rippe. Daher hängen auch noch bei vielen Fischen die Zahnstücke der Oberkinnlade und der Zwischenkiefer an dem vordern Schädelende eingelenkt herab, wie Rippen, gleichsam, als wollten sie sich mit ihrem Bauchtheil, dem Unterkiefer verbinden, was auch zum Theil geschieht. Wie ist diese Bildung zu erklären, wenn man den Oberkiefer als eine ganze Rippe ansieht, und den Unterkiefer wieder als eine weiter hinten stehende? wie, wenn man Handstücke hier sucht? Einen noch kräftigern Beweiß gibt die Kinnladenbildung der Lamprete und Neunauge, die so sehr auf der Wurmstufe stehend, auch wohl für die Kinnladendeutung zu beachten sind. Bei ihnen sind beide Kinnladen noch im Verwachsungszustand und bilden einen vollkommenen und beweglichen Knorpelring, der an das Maul vieler Würmer oder an den Schnabel der Sepien erinnert. Beide Kiefer lenken sich also nicht allein ursprünglich in einander ein, sondern sind selbst gleich einem Wurm- oder Insectenring mit einander verwachsen. Später lösen sie sich von einander los, wie dieß mit den Rücken- und Bauchstücken andrer Rippen ebenfalls noch geschieht, und verbinden sich mit dem Quadrat- oder Schuppenbein. Wie nun an der innern Seite der Kiemenbögen sich bei vielen Fischen dickere Auswüchse, bei andern (Cepola Taenia) lange nadelförmige Strahlen, an dem Pharyngialknochen sich aber förmliche Zähne, mit Krone und Pulpe, entwickeln, so bildet sich auch an der großen Kinnladenrippe jederzeit innerlich eine Zahnreihe und die Backenzähne beider Kinnladen entwickeln sich also in der Mitte, am obern und untern Ende hingegen die Schneidezähne. Doch will ich über das letzte nicht entscheiden, da bei den meisten Fischen Zwischenkiefer und Oberkiefer vor einander stehn, und offenbar mehrere hinter einander liegende Rippen darstellen, so daß wohl auch die verschiedenen Zahnarten einzelnen Rippen angehören könnten, die schwächern Schneidezähne den vordern, die stärkern Backenzähne den hintern. — Bei'm Kauen klappte also Rücken- und Bauch-Ende gegen einander, was freilich etwas sonderbar aussieht, was aber das Wunderliche verliert, wenn man die Lippen betrachtet, die zugleich den Kinnladen und dem Darmkanal angehörend, dieselbe Bewegung machen, oder die Darmzusammenschnürungen selbst. Ueberdem liegt ein großer Theil der Rippenbildungen auf ähnliche Weise, d. h., nach vorn zusammengeknickt, und in einem spitzigen Winkel an einandergefügt, was vorzüglich wiederkehrt in den zusammengelegten Kiemenbögen und in den Rippen der Vögel, aber auch in den Säugethieren nicht zu verkennen ist. Das Quadrat- oder Schuppenbein bildet dann den zweiten auf die Kinnladen nach hinten folgenden Rippenbogen, und an ihm haben schon bei den meisten Fischen die Zahnstücke der Kinnladen die Articulationsstellen. Der Quadratknochen bildet den Rückentheil, der vordere Ast des Zungenbeins oder das Griffelbein den Bauchtheil, und darum verbindet sich dieser Knochen schon bei den Fischen mit dem Quadratknochen. Woher dieses anders, als daher, daß hier ein Bauchtheil oder ein Rippenknorpel seinen Rückentheil sucht? Es trennen sich nur bald wieder, wie an

den Kiefern, beide Stücke, und Zungenbeinhorn wird vom Griffelfortsatz bei vielen Thieren vollkommen abgelöst. Darum ähnelt auch der Quadratknochen bei den Fischen oft sehr dem Zungenbein, besonders, wenn man die gleiche Entwicklung von Kiemenstrahlen betrachtet. So hängen am Quadratbein von Squalus squatina 4 Kiemenstrahlen *), so an einem ähnlichen Stück bei Lophius piscatorius eine flossenartige Ausbreitung, und diese Strahlen gehören nicht, wie Oken will, dem Zungenbein eigentlich an, sondern wirklich ihm, da es bloß der obere Theil des Zungenbeinhorns ist und folglich ähnliche Fortsätze entwickeln kann, nur ist es, wie die Rückentheile der meisten anderen Rippen stärker, schulterblattartig. Diese Fortsätze bei'm Hay sind aber nichts anderes als Ueberbleibsel des hier sonst verschwundenen Kiemendeckels, und dieser stellt folglich nur die blattförmig gewordenen Kiemenstrahlen des Quadratknochen dar. Leicht ist diese Bedeutung des Kiemendeckels an frischen Fischköpfen (z. E. am Hecht, Karpfen) zu erkennen, an deren Kiemenhaut die einzelnen Strahlen von unten nach oben immer dicker, länger und breiter werden und endlich mit dem letzten in den wenig breiteren Unterdeckel und dieser in das eigentliche breiteste Deckelstück übergehn, so daß eine vollständige Reihe von gliederartigen Strahlen entsteht, welche unten am Zungenbeinkörper, oben durch den Kiemendeckel an dem Schädel endigt. Daher kömmt die Einlenkung desselben an den Quadratknochen, und daher verschwindet er häufig, wenn die Kiemenstrahlen sich verlieren (z. E. im Rochen). Die Kiemendeckelbildung ist folglich nichts als die Kiemenhaut des Quadratknochen. Den nächsten Wirbeln nach hinten gehören die Kiemenbögen, deren Kiemenhaut die Kiemen selbst sind, und an das Hinterhaupt endlich legt sich der Schultergürtel an, dessen Bewegungskieme die Flosse ist, während an den Kinnladen sich diese Theile innerlich und darmartig, d. h., wie Zähne ausbilden. So wiederholt sich der Rippenbau überall, und es fehlte nur, die einzelnen Rippen bestimmten Wirbeln zuzutheilen, was aber bis in's Specielle durchzuführen, hier weder der Ort, noch mir, wegen Mangel mehrerer Fische selbst nicht möglich ist.

§. 7.

Während man Kopf-Knochen und Muskeln und Gehirn sorgfältiger, in Hinsicht ihrer Bedeutung, betrachtet hat, so hat man den letzten Haupttheil des Kopfs darin bis jetzt fast unbeachtet gelassen, ungeachtet seines hohen Interesses, die Sinnesorgane. Von ihnen sagt zwar Oken im Allgemeinen treffend, daß es die Eingeweide des Kopfs seyen und läßt in ihnen sich die verschiedenen Systeme des vegetativen und animalen Thiers wiederholen, ohne aber bei den meisten ihre wirkliche Umbildung aus denselben nachzuweisen, z. E. Ohr, Auge, Nase. Es scheint mir nicht genug, jenes mit Knochen- und Muskelsystem, dieses mit dem Nervensystem, die letzte mit einer sinnig gewordenen Lunge zu vergleichen, sondern die Metamorphose aus bestimmten Organen muß aufgedeckt werden, was bei der Zunge sehr leicht geschieht, aber bei jenen dreien, wenigstens aus den von Oken angeführten Grundsystemen unmöglich ist. Diese Metamorphose aus bekannten Bildungen, hoffe ich, in diesen Blättern aufzuhellen und dadurch ihre räthselhaften Gestalten unter sich selbst und mit den niedern Organen zu vereinigen. Es bedürfen dieser Vereinigung vorzüglich die drei oben genannten Sinnesorgane, welche am Schädel liegen, da sie ganz abgerissen vom Rumpf, am Kopf ohne Vorbild zu entstehen scheinen, wie die Zunge ein solches deutlich im Darmkanal besitzt.

*) Isis 1823. H. 6. Litt. Anz. Etwas über den Pariser Thiergarten, von Oken, S. 401.

§. 8.

Das erste, die allgemeine Gleichheit der Sinnesorgane unter sich, fordert die Betrachtung der Sensation an sich; denn wie psychologisch die verschiedenen Sinne nur ein, nach verschiedenen Seiten der Außenwelt zerlegtes Gefühl und anfangs selbst nur in Einem allgemeinen vereinigt sind, so muß, sobald sich mit seiner Differenzirung verschiedene Organe entwickeln, auch hier der Grundtypus derselbe bleiben, der, wenn auch verschieden modificirt, in Allen wiederkehrt. So streng dieß a priori folgt, so streng beweis't es die Erfahrung. Das Hauptorgan, was am deutlichsten auf Zunge und Tastwerkzeugen hervortritt, sind die Nervenwärzchen, und sie sind es, welche auch in allen übrigen, unter verschiedener Form sich wiederholend, das Hauptorgan des einzelnen Sinnes bilden. Diese in Ohr, Auge und Nase nachzuweisen, verspare ich indeß besser auf ihre specielle Betrachtung.

Was das zweite, die Anreihung an die vegetativen Systeme, welche im Rumpf schon existiren, betrifft, so muß sich ein Urbild, wie es für den Schädel die Wirbelsäule ist, auch für sie am Rumpfe zeigen, und mit ihm ist die Nothwendigkeit ihres Baues gefunden. Für die drei höhern Sinnesorgane ist dieses ohne Zweifel die Luftröhrenreihe der Insecten, und mit diesen höchsten Sinnen zu beginnen, mag mich ihre Wichtigkeit und das Neue entschuldigen, was mir vorzüglich in ihnen entgegengekommen ist.

Zweiter Abschnitt.

Erstes Kapitel.

Von Ohr, Auge und Nase im Allgemeinen.

§. 9.

Ohr, Auge und Nase sind die Fortsetzung der Tracheenreihe der Seitentheile des Rumpfs, wie der knöcherne Kopf nur Fortbildung des Rumpfskelets ist.

Daß diese drei Sinnesorgane zu Einer Bildung vor den übrigen gehören, beweis't schon ihre gleiche Lage am Kopfe, denn alle drei liegen an analogen Stellen des Schädels. Am Auge und der Nase ist dieses am deutlichsten ausgesprochen, der Nervenlauf giebt hier sogleich den Beweiß. Nur am Ohr, an welchem überhaupt Alles verschlossen ist, ist auch diese Intervertebrallage weniger klar ausgesprochen. Doch auch von ihm hoffe ich weiter hinten den evidentesten anatomischen Beweis zu liefern, daß es ursprünglich zweien Wirbeln angehört, zwischen welche es sich eingedrängt hat. Ein anderer Beweis der Einheit, welche zwischen diesen drei höchsten Sinnen herrscht, und der Gleichheit ihrer Bedeutung, ist die Gleichheit der Bildung. Auge, wie Ohr und Nase sind Blasen, was weder von der Zunge noch der tastenden Hand gilt. Niemand wird jenen beiden letzten diese Bildung absprechen, aber auch das Auge geht daraus hervor und ist oft fälschlich mit einer Nervenwarze der Hand verglichen worden, was wohl von einzelnen Theilen desselben, aber nicht vom ganzen Bulbus gilt. Selbst die einzelnen Theile, Häute und Inhalt entsprechen einander, was ich aber hier nur andeuten kann. Am deutlichsten kommen

sie einander in ihrer Bildung bei ihrem ersten Auftreten nahe und müssen es, da ganz natürlich hier ihre Eigenthümlichkeit sich noch nicht ausgebildet hat. Wer überhaupt Vergleichungspuncte zwischen zwei heterogen aussehenden Gebilden finden will, der gehe nur zurück in ihre erste Bildungsgeschichte. Hier, wo eine allgemeine Einheit alle Theile umschließt, nähern sich auch noch so verschiedene Organe einander und treten in Einem Punct zusammen, von dem sie gemeinschaftlich bei ihrer Zeugung ausgegangen. Dieser Punct, wo sie noch nicht der Geist der Selbstständigkeit beherrscht, ist es, welchen der Physiolog aufsuchen wird, wenn er die Bedeutung eines Organs aufstellen will, den der vergleichende Anatom kennen muß, wenn er scharf und richtig vergleichen will.

Wenn aber der Kopf nur einige verflossene Körperabschnitte darstellt, wenn der Schädel die Wirbelsäule fortsetzt und die Kinnladen und die Bildungen des Zungenbeins die Rippenhöhle, so muß man auch schließen, daß sich jene drei am Schädel von vorn nach hinten eingesenkten Sinnesorgane, ebenfalls an dem übrigen Körper, zwischen je zwei Wirbel- oder Rippenabschnitten, auf materielle Weise entwickeln werden. Diese Reihe von noch vegetativen Sinneswerkwerkzeugen ist am Rumpf die Stigmatenreihe der Athemwerkzeuge bei den Insecten. Von hinten nach vorn läuft diese Lungenbildung und immer größer werdend, verwandelt sie sich in die Ohren, Augen und Nasenhöhlen der Insecten und endet damit am Kopf. Die zusammengesetzten Augen dieser Thiere sind die compensirenden Stigmata des Kopfs, welche hier verschlossen sind, der Sehfunction gemäß, die keinen hohlen offnen Sack verlangt, sondern eine convexe Linse. Betrachtet man daher ihre einfachen und zusammengesetzten Augen näher, so wird man finden, daß sie ganz an der analogen Stelle des Kopfs liegen, wo an jedem andern Ring das Stigma. Am bemerkbarsten ist dieß an gefleckten Raupen, an denen bekanntlich die verschiedenen Streifen und Punctreihen sich auf den Kopf fortsetzen. So liegt bei der Raupe von Pap. Machaon über dem letzten größten Stigma ein schiefer hellgelber, unter ihm aber ein orangefarbener Streif. Dieselben Streifen kann man leicht an den Seitentheilen des Kopfs wieder finden, nur sind sie hier, wie der Kopf kleiner, als die vorhergehenden Körperringel, so auch feiner und stoßen an einander an, zwischen ihnen liegt aber statt eines Stigma der Halbkreis der fünf schwarzen Raupenänglein. So noch bei vielen andern Raupen. Daher kömmt es, daß bei keinem Insect, soviel ich weiß, ein Stigma an dem Ringel, welches den Kopf bildet, vorkömmt, da statt desselben und aus ihnen sich hier die Sinnesorgane entwickelt haben. Wenn also kein Zweifel ist, daß die Augen denselben Ort, wie die Stigmata einnehmen, so gilt dieß natürlich auch von Ohr und Nase, da beide zu derselben Reihe von Sinnesorganen gehören und den analogen Ort einnehmen, nur an einem andern, hintern oder mehr vorderen Schädelringel.

§. 10.

Ist die Analogie dieser Drillinge mit Stigmaten und Tracheen zugestanden, wie sie denn von selbst klar ist, so muß nach dem allgemeinen genetischen Verhältniß der Vegetation zu animalen Prozessen, eine philosophische Physiologie schließen, daß sie alle sich aus Athmungsorganen und die Sinnesfunction aus einer Athemthätigkeit, oder wenigstens aus einem vegetativen Prozeß entwickelt habe, daß folglich ursprünglich diese Sinnesorgane athmen oder Ingestionsorgane materieller Stoffe eben so gut sind, wie die Tracheen der

Gliederthiere. Denn wie die Pflanze eine frühere Bildung ist, als das Thier, so sind auch im einzelnen Thier die pflanzlichen Thätigkeiten (Athmung, Verdauung, Ernährung) die Urprozesse, und ist dieß der Fall, so können jene Sinnesblasen auf ihrer niedersten Stufe nur vegetativ gebildet seyn und ebenso handeln. Es würde hieraus ferner folgen, daß alle drei in einer gewissen Zeit offen seyn müssen. An der Nase braucht dieß keines Beweises, da diese beständig ein Ingestionsorgan der Luft und offen ist, von den beiden andern hoffe ich später Beweise zu liefern. Die Thätigkeiten aller drei sind wahrscheinlich ursprünglich eine Assimilation von Wasser oder Luft, die Nase ist noch fortwährend ein Athemorgan und liefert den besten Beweis zugleich für die beiden andern ihrer Reihe. Mit Erhebung zur Sinnesfunction verschließen sich die Oeffnungen dieser Schleimsäckchen, wie die Ausführungsgänge absterbender Drüsen, verlieren ihre Einsaugungskraft und secerniren bloß zuweilen noch, obgleich unmerklich, nach außen, wie z. E. am Auge ein Verdunsten der wässerigen Feuchtigkeit durch die Hornhaut stattzufinden scheint. Sie assimiliren zwar noch fortwährend, aber sie athmen gleichsam nur die Qualitäten der Materie, nicht mehr wie früher sie ganz. Es verlohnte wohl der Mühe, über diese Metamorphose die Würmer anzusehen, als die niederste Stufe der Insectenbildung, wo häufig die Augen fehlen. Sollte hier nicht ein Athemsack die Stelle des Augs oder Ohrs vertreten und noch ebenso vegetiren, wie alle übrigen Gliederlöcher?

Zweites Kapitel.

Vom Ohr.

§. 11.

Die erste sinnliche Bildung, welche aus der Tracheenreihe im Kopf hervorgeht, ist das Hörorgan, ebenso wunderbar und zusammengesetzt im Bau, als versteckt und dunkel in seiner Thätigkeit, in den Säugthieren ein ganzes Knochengerüst und doch so fein und verwickelt, daß man kaum jene Bedeutung wieder erkennen kann. Um Beweise dafür zu erhalten, muß man zurückgehn zu seinem Anfang, wo es natürlich, wenn es aus Vegetationsorganen hervorgegangen ist, diesen ähnlicher seyn muß als späterhin. Die Insecten werden einst, wenn man mit Bestimmtheit seinen Sitz kennen wird, den besten Beweiß für meine Meinung liefern, bei ihnen kann es nichts anders seyn, als ein Luftröhrensack am Kopf. Schon Comparetti beschreibt ähnliche Werkzeuge; nach ihm liegen Gehörsäckchen und halbcirkelförmige Kanäle stets unter und hinter den Augen der Insecten, und ein Stigma hält er für den äußeren Gehörgang. Da er indeß seine Untersuchungen nicht unter Wasser, sondern sogar bloß an getrockneten Thieren machte, so kann man, wie mehrere Beobachter auch bemerken, wenig Werth und Vertrauen auf sie setzen. Jedoch stimmt der Ort, welchem er sein Gehörorgan hier anweis't, allerdings sehr mit der Lage desselben in den Wirbelthieren und bei'm Krebs überein. Ich selbst habe an Heuschrecken Gehörversuche angestellt, aber da ich sie nur an wenig Individuen, wegen Zeitmangel, machen konnte, so kann ich sie auch nicht als streng beweisend hier anführen, sondern mehr zur Anregung und als Fragmente. Locusta

verrucivora hat an der Brust, da wo sich die Vorderflügel ansetzen, ein wohl 1—1½‴ großes Stigma. Hinter ihm befinden sich an jedem Ringel ähnliche, die aber, immer kleiner werdend, sich mehr nach dem untern Theil der Ringel hinziehen, bis sie auf dem letzten ganz zu verschwinden scheinen. Jenes große Luftloch führt in einen Blindsack, von dessen vorderem und innerem Theile eine sehr große, wohl eine halbe Linie starke, braune Luftröhre in den vordersten Fuß geht, welche sich mir nicht zu vertheilen scheint. Der Sack selbst war äußerlich mit einem braunen Pigment überzogen, was man mit der Nadel abwischen konnte. Außerdem gingen noch ein Paar kleinere, hellbraune Luftröhren nach hinten und vorn ab. Aeußerlich hat die Oeffnung so viel Aehnliches mit einer Ohrmuschel, daß ich theils deßhalb, theils der Fischbildung halber und der Lage des Gehörorgans überhaupt, theils wegen der, unten zu erwähnenden Bedeutung der Flügel, auf die Vermuthung kam, ob nicht diese große erste Stigma Gehörfunction neben einer Athemfunction habe. Ich sperrte daher mehrere in fast ganz verschlossene Glaskästen ein, um allen Zutritt der durch Töne bewegten Luft zu verhüten. Sowie ich stark und plötzlich schrie, fuhr das Thier fast jedesmal zusammen und hüpfte selbst zuweilen plötzlich gegen die Glasdecke des Kastens, als wollte es fliehen. Dieß geschah besonders, wenn ich starke und tiefe Töne angab, welche mehr ein Geräusch, als melodisch waren, bei hohen und sanften Tönen blieb es in der Regel unbeweglich. Nachdem ich mich, durch vielmalige Wiederholung dieses Versuchs, von der großen Empfindlichkeit ihres Hörvermögens überzeugt hatte, verklebte ich jenes Luftloch auf beiden Seiten, nicht mit Oel, was so leicht den ganzen Körper überzieht und durch Bedeckung der Stigmata den Tod herbeiführt, sondern mit Klebwachs, wovon ich einen Pfropf hineindrückte, daß es vollkommen geschlossen wurde. Daß bei Heuschrecken, Raupen, nach Verklebung einzelner Stigmata, noch nicht der Tod erfolgt, bemerkt schon Treviranus*), und auch in meinen Versuchen starben die Heuschrecken nicht daran, sondern erlangten bald ihre alte Munterkeit wieder; jedoch sah ich, daß sie mit dem Hinterleibe stärker zu arbeiten anfingen, als vorher. Das Thier schien darauf stumpf zu werden gegen allen Schall, so plötzlich und stark er seyn mochte, während es doch noch munter laufen konnte, und nur selten bemerkte ich dabei ein Zucken des Thieres. Nach Wegnahme des Klebwachses wurde es wieder empfindlicher gegen denselben. Leider läßt sich aber aus diesem Versuch nicht streng schließen, wie fern jenes Stigma zum Gehör beiträgt, oder nicht, da immer hierbei die, bei den Insecten so einflußreiche Athemthätigkeit wenigstens theilweis gestört wird, wodurch wohl größere Unthätigkeit im Allgemeinen und folglich auch größere Unempfindlichkeit des Gehörorgans, wo es auch liegen mag, erzeugt werden muß. Doch mag das Gehörorgan bei diesen Thieren auch am eigentlichen Kopf liegen, so kann es doch nichts seyn, als eine Wiederholung eines Stigma**). Ohne Trachеenbedeutung ist jene auffallende Kanalbil-

*) Biologie, Bd. IV. S. 155.

**) Auch Blainville, dessen Werk über vergleichende Anatomie ich eben bei'm Niederschreiben dieses erhalte, will bei den Cicaden (S. 564) eine stigmaartige, sehr kleine Oeffnung an der hintern Seite des hornigen Kopfes bemerkt haben, die ihm zu einem Sack zu führen schien, und wirft scharfsinnig und mit meiner Theorie übereinstimmend, die Frage auf, ob sich nicht vielleicht eine Trachee am hintersten Kopfring, durch Hinzutreten eines eigenen Nerven, in ein Hörorgan umwandeln könne. Doch gesteht er, daß er auf kein sicheres Resultat, in Betreff des Ohres der Insecten gekommen sey.

dung des Labyrinths nicht zu erklären, und wer vergleichen will, wird gewiß keine auffallendere Aehnlichkeit, als mit diesen Luftwerkzeugen der Insecten finden.

§. 12.

Ein anderer Beweis für meine Meinung sind die Fische, in welchen mit der Entwickelung eines vollkommenen Baus des Labyrinths kein Streit über den Gehörsitz stattfindet. Was bei den Insecten die Tracheenreihe ist, ist hier die Seitenlinie, ein Satz, der schon von Spix, Oken u. s. w. aufgestellt worden. Wie die Luftröhrenreihe zwischen den zwei Hauptmuskelschichten der Insecten verläuft, von denen die eine am Rücken, die andere am Bauche liegt, so entwickeln sich ähnliche Hautsäckchen und Röhrchen zwischen den zwei großen Zwischenrippenmuskelschichten der Fische. Nur in der mangelnden Verzweigung kann man einen Unterschied, und auch hiervon nicht mit Recht, hernehmen, da ja mehrere niedere Insecten, z. E. Spinnen, Skorpionen, Asseln u. s. w., nach Treviranus schönen Untersuchungen *), diese Reihe von Athemwerkzeugen als einfache Löcher, oder als Kiemen unter Platten versteckt besitzen, statt aderartige Verzweigungen, welche zu dem Darmkanal und andern Theilen führten, da ferner bei Würmern (Blutegel) dieselben Athemsäckchen wiederkehren. Die Seitenlinie besteht übrigens neben den Röhrchen und Säckchen aus einem Längsgefäß, was von hinten nach vorn läuft, sich am Kopf in meh-

---

Die übrigen Meinungen über den Sitz des Gehörs bei dieser so interessanten Thierklasse, beziehen sich fast alle nur darauf, ein für die Function passendes Instrument zu finden, so daß man die Lage desselben bei den Wirbelthieren hinter den Augen nicht berücksichtigte, die doch da, wo man bloß auf anatomischen, nicht zugleich experimentellen Weg geht, der einzige sichere Führer ist. Man hat sich dadurch auch hier zu den sonderbarsten Meinungen verführen lassen, und mögen alle diese Theile eine Art Hörfunction besitzen, so sind sie wenigstens nicht die Vorbilder der Hörwerkzeuge der Wirbelthiere, da das Ohr nicht bald vor die Augen, bald hinter sie, bald wieder in die Antennen rutschen kann, und meiner Betrachtung nützen sie daher nichts, da ich die Metamorphose derselben Werkzeuge suche, welche in den Wirbelthieren Sinnesthätigkeit haben.

Treviranus (Annalen der Wetteranischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde. 1809. Bd. I. S. 169. Taf. V. Fig. 1—3.) hält eine weiße, hohle, elastische Membran, welche zwei runde Oeffnungen vor den Augen und zugleich zwei Hervorragungen des Gehirns bedeckt, für eine Trommelfellhaut.

Carus (Anatomie, S. 65.) stimmt für die Gelenkhaut der Antenne am Kopf, die durch die Bewegung derselben, gleich einem Trommelfell, gespannt und erschlafft werde.

Rambohr (Magazin d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. I. S. 388) ist der Meinung, daß bei der Biene im Grund der Mandibel, wo sich eine sehr elastische Haut findet, der Sitz dieser Thätigkeit sey.

Von allen diesen Meinungen ist die von Treviranus allerdings noch die wahrscheinlichste, indeß hier ist wohl die Haut einem Trommelfell vergleichbar, aber wegen der Lage vor den Augen, möchte ich sowohl an der Analogie mit den höheren Thieren, als selbst an einer Hörfunction, so lange nicht Experimente an lebenden Thieren es entscheiden, hier zweifeln.

Ueber diese und Comparetti's Beschreibung vgl. man übrigens *Weber* de auditu, p. 4. 5.

*) Ueber den innern Bau der Arachniden. S. 7. T. I. Fig. 1. 7. u. 10. Scorpio; S. 24. T. II. Fig. 16. v; 18. h; 20. Aranea domestica; Vermischte Schriften, Bd. I. S. 62. T. VIII. 47. Onisc. asellus; S. 75. T. X. 56. XII. 68. 69. Onisc. aquaticus.

rere Aeste zertheilt, welche sich auf beiden Kiefern verzweigen, und woraus jene Röhrchen entspringen. Diese Längsröhre ist nichts Anderes, als die Wiederholung des einfachsten Luftröhrenbau's der Insectenclasse, von der bekanntlich die Larven von Fliegen, Mücken u. a. (Swammerdam, Cuvier.) auf jeder Seite bloß einen einfachen Luftcanal besitzen, der, ungetheilt in der Länge des Körpers verlaufend, sich vorn und hinten öffnet, und welchen man leicht durch die durchsichtige Haut schimmern sieht. Der schlagendste Beweis ist aber die Meinung Redi's, daß dieser Canal Luft führe, also noch eine Art Athemfunction hat *). Bei vielen Fischen verschwindet indeß die Canalbildung, und bloß schleimsecernirende Säckchen bleiben übrig, wie es bei'm Rochen der Fall zu seyn scheint. Die Seitenlinie läuft aber über den Kiemendeckel gerade nach den drei Sinnesorganen, Ohr, Auge und Nase, hin (bei Cottus scaber ist sie mit Stacheln besetzt und diese Stachelreihe setzt sich bis vor die Augen fort, bei Lutianus Linkii geht sie, nach Bloch's Kupfer, bis an den Quadratknochen), und so stimmt es also auch mit der Richtung derselben überein, wenn jene Sinnesorgane für selbstständig ausgebildete Schleimsäckchen derselben gehalten werden, die sich mit ihrer höheren Ausbildung schon in den Insecten und mit ihrer functionellen Individualität von ihrer Mutter hier vollkommen abgelöst haben. Es kann daher nicht als Einwurf gelten, daß bei manchen Fischen die Seitenlinie bis an den vordern Theil des Schädels, oder, wie bei Chimaera monstrosa, rund um das Auge herumläuft, ohne mit diesen Sinnesorganen zusammenzumünden; denn Vegetation ist zwar die Mutter der Animalität, aber einmal entwickelt, sinkt diese nicht wieder mit ihr zusammen, und es bleiben so auch die bloß secernirenden oder athmenden Säckchen der Seitenlinie getrennt von ihren höhern sinnigen Geschwistern. In dieser Linie, wenn auch nicht in ihrem Canal, müßte sich aber wenigstens das Gehörorgan öffnen, gleich einem andern Säckchen derselben, und von dieser Urbildung, welche wahrscheinlich noch bei den Insecten sich findet, hat die Natur einen deutlichen Markstein im Rochen übrig gelassen. Schon früher behauptete Monro **), zwei nadelgroße Löcher, wodurch sich das Labyrinth nach au-

*) Auch Blainville (Anat. comparée, I. 153.) bestätigt, daß die Canäle leer, oder mit Luft angefüllt sind. Genauer als bisher hat er die Seitenlinie von Muraena Conger untersucht, die am Kopf sich in zwei Theile spaltet, von denen der eine über die Stirn, der andere an den Kinnladen hinläuft. Der erste fängt mit drei großen Oeffnungen in den Nasenröhren an. Diese führen zu einem Canal, dieser bald in eine andere Tasche über dem Nasensack, mit dem er nicht communicirt. Von hier geht der Canal zwischen die Knochen und endigt sich an der Stirn in einem mittleren Sinus unter der Haut. Von dem unteren Theile desselben tritt der Canal wieder zwischen die Schädelknochen, geht aber bald wieder heraus und bildet hinter dem Auge drei übereinanderliegende Säcke, wovon der oberste der größte ist, der unterste eine große Oeffnung nach außen und hinten zu hat und in welchem der Maxillarzweig der obern Wurzel, welcher von der Nase aus unter dem Auge wegläuft, durch einen engen Canal unter der Orbita endigt. Von diesem Sack aus läuft nach hinten und oben an den Seiten des Schädels ein Canal, der in einem wirklich knorpligen Gang hinter den Augen liegt, geht hierauf in die Knochensubstanz der Apophysis externa der Orbita und des Schädels endlich selbst, legt sich hier an die äußere Seite der Gehörhöhle, aber ohne in sie zu münden, tritt zwischen parietale und occipitale hervor, läuft hier wieder in einer knorpligen Röhre fort, die durch den musc. temporalis geht und sich in einen Sinus am Nacken öffnet, in welchem auch die untere Maxillarlinie zusammentrifft.

**) The Structure and Physiology of Fishes explained and compared with those of man etc. Edinb., 1785. p. 47.

ßen öffnet, gesehen zu haben, durch Weber's genaue Untersuchungen *) ist seine, von Scarpa **), und selbst nach ihm von Blainville ***) bezweifelte Beobachtung bestätigt und weiter ausgeführt worden, und ich selbst habe an ein Paar glatten Rochen des adriatischen Meeres (wahrscheinlich Aquila, der Schwanz war abgehauen) denselben Bau, wie Weber, gefunden. Bei den Rochen liegt auf der Höhe des Schädels hinter den Augen jederseits eine Oeffnung, welche mit einer trommelfellartigen Haut überzogen ist, aber in die Schädelhöhle, nicht in die des Vorhofs, mündet und schwerlich etwas Anderes ist, als eine, dem Gehör dienende Fontanelle, übrigens nicht ganz unpassend (wenn auch allerdings der Lage nach) von Scarpa ****) mit dem eiförmigen, von Weber †) mit dem runden Fenster verglichen wurde. Außer dieser bedeckten Schädelöffnung ist aber noch eine, welche in das Vestibulum selbst führt, vorhanden. Vor jener entdeckt man nämlich auf der äußern Haut leicht kleine Löcher und von ihnen bilden 2 oder 3 enge (bei R. aquila, Miraletus, clavata), oder Eine weitere Oeffnung (bei R. Torpedo), die Ausführungsgänge eines Sacks, oder Canals (Sinus auditorius externus Web.), welcher, auf dem Schädel liegend, mit der Höhle des Vestibulum communicirt, so daß Quecksilber leicht seinen Weg dahin findet. Verfolgt man mit Schnitten die Richtung feiner, in diese Oeffnungen gesteckter Nadeln, so kömmt man ebenfalls leicht in den, mit einer weißlichen Kreidemasse ausgefüllten Sinus ††) und von hier, obgleich schwieriger, in den Vorhof. Außer jenen Löcherchen, welche zum Labyrinthscanal führen, sind aber noch eine Menge anderer hinter ihnen vorhanden, welche sich durch die Größe durchaus nicht von ihnen unterscheiden und der Seitenlinie angehören. Bei'm Zitterrochen ist

*) De aure et auditu hominis et animalium. P. I. de aure animalium aquatilium. Lips., 1820. p. 92.

**) A. Scarpa's Untersuchungen des Gehörs und Geruchs. Aus dem Lat. Nürnb. 1800. S. 15. Note.

***) Princ. d'Anat. compar. I. p. 562. Not. Bei Squalus milandra hat er zwar das Loch gefunden, was sich in den Schädel fortsetzt, er glaubt aber, daß es mehr zu dem Schleimhöhlenapparat gehöre, ist also der Meinung Scarpa's, der er auch dazu rechnete.

Monro (a. O. p. 58. Tab. XXVIII.) fand die Oeffnungen und den Gang bei Squalus squatina. Weber (S. 105.) konnte nur die trommelfellartige Membran bei Sq. Carcharias, aber diese Löcher nicht finden.

****) a. O. S. 14.

†) a. O. S. 93.

††) In diesem, äußerlich auf dem Schädel aufsitzenden, Sinus fand ich ein kleines gelbliches Steinchen von der Größe einer Linse und ziemlich von der Gestalt, als das im Sack des Karpfen, nur ohne Zähnchen, an einem Ende abgerundet, am andern spitziger zulaufend, auf der einen Seite convexer, auf der andern mit ein Paar Furchen. Doch hatte der Rochen einige Zeit im Spiritus gelegen, als daß ich genauer seine Bildung hätte untersuchen können. Doch seiner Größe und bestimmten Gestalt nach zu urtheilen, kann es wohl kein Kalkniederschlag aus der Flüssigkeit des Sacks seyn, wie Weber ein hirsengroßes Kalkconcrement im R. Aquila hier gefunden zu haben erwähnt (a. a. O. S. 96.). Monro sagt ebenfalls, daß die Masse hier der kreidigen im Labyrinth ähnlich ist. Weber (S. 96.) fand, außer dem kohlensauren Kalk, welchen der Sack enthielt, an den Wänden eine Feuchtigkeit, welche Papier durchsichtig machte und also wahrscheinlich Fett war. Sollte sich hier im Gehörorgane, wo überhaupt Kohlenstoff zu herrschen scheint, ein ähnlicher Gegensatz, wie am übrigen Knochensystem, entwickeln, worin der, aus Gallerte bestehende, homogene Knorpel, sobald er sich in Knochen ausbildet, in zwei Gegensätze, in einen kohlenwasserstoffigen Theil (Mark) und in einen (Stickstoff?) sauerstoffigen (phosphorsaure Kalkerde) zerfällt. Sollte nicht ein ähnliches Verhältniß später in der Absonderung des Ohrenschmalzes (was wohl nichts Anderes, als ein mehr gesäuertes Fett ist) wiederkehren?

dieß sehr deutlich und man braucht nur Bloch's Kupfer dieses Fisches anzusehen, um zu bemerken, daß das Gehörloch die Fortsetzung derselben nach vorn und folglich das Labyrinth nur ein ungeheurer, Kalk absondernder Schleimsack ist, wie der Wirbel, dem er angehört, ebenfalls sich sehr stark entwickelt hat, als Hinterhaupt. Durch eigene, eben so bedeutende und zwar Gehirn-Nerven wird er zum Sinnesorgan emporgehoben und durch die Kalkabsonderung zum Gehörorgan, während die übrigen Säckchen auf der Stufe der Vegetation stehen bleiben und endlich in den höhern Thierklassen ganz verschwinden. Mit der Geburt der Animalität verringert sich überhaupt die Vegetationskraft und so mit Entstehen der Sinnesfunction im Hörathemsack die gesteigerte Secretionsthätigkeit, die nun nicht mehr über das Organ hinausgeht, sondern sich, wie die einer absterbenden Drüse (Nebenniere, Schilddrüse, Thymus), mit sich selbst begnügt und bloß durch Schwinden oder Turgescenz des Organs, ihre stärkere oder schwächere Kraft beweis't. Und damit verläugnet nach und nach das Sinnenkind seine vegetative Mutter, und die Mutter ist gestorben, während das Drillingspaar noch blühend in den späteren Geschlechtern des Thierreichs dasteht. Ist aber, wie ich durch das Vorige und durch ähnliche Erfahrungen am Auge ziemlich bewiesen zu haben glaube, das Ohr ursprünglich eine Bildung der Seitenlinie der Fische und folglich der Stigmatenreihe der Insecten, so können Vorhof und Schnecke nur die Bedeutung von Trachealsäcken haben, wie sie vorzüglich bei schnellfliegenden Insecten vorkommen. Sie sind das eigentliche Eingeweide des Ohrs und sein ursprünglicher und Haupttheil, wofür die Entwickelung und Versuche sprechen. Der äußern Oeffnung, welche sich später tief am Schädel a's ovales und rundes Fenster wiederholt, sind noch keine Gehörknöchelchen, weder bei Rochen, noch bei'm Krebs eingefügt, Paukenhöle und überhaupt alle äußeren Theile sind entweder noch nicht vorhanden, oder übernehmen noch andere Functionen mehr, als die der Schallconcentration. Das Ohr verfolgt also denselben Bildungsgang, wie alle ähnlichen Sinnesorgane, von innen nach außen. Auch am Auge entwickeln sich die Lider sammt den Thränenwerkzeugen zuletzt, und ich kann daher Ennemoser*) nicht beistimmen, wenn er behauptet, daß das Auge sich von außen nach innen, das Ohr umgekehrt von innen nach außen ausbilde. Beide Sinnesorgane haben, wie sie Einer Reihe angehören, auch im Allgemeinen denselben Bildungstypus, wenn sich auch im Einzelnen wohl manche Gegensätze in ihnen entwickeln. Das Labyrinth ist der Apfel des Ohrs, und wie im Bulbus des Auges Lichtempfindung statthat, so dort die des Schalls. Die Membranen, woraus beide gebildet werden, sind bei'm Fötus ziemlich dieselben, dort, wie hier, sind zwei Haupthäute, wovon die äußere dicker ist, als die innere, eben so wie am Auge die Sclerotica stets dicker und fester ist, als die Aderhaut. Die äußere scheint, nach Meckel's Meinung **), den, dem Labyrinth selbst angehörenden Knorpel und Knochen abzusondern und endlich, indem sie mit Zunahme des knöchernen Labyrinths fester, derber und hornartig wird, die innerste Lamelle desselben bildend, mit ihm zu verschmelzen. Sie ist also wahrscheinlich fibröser Bedeutung wie die Sclerotica, deren fasrige Structur auch sehr zu Verknorpelung und Verknöcherung geneigt ist. Bei den Vögeln ist diese vorn in zwei Blätter gespalten, zwischen welche funfzehn oder mehr dachziegelartig liegende Knochenschuppen abgesondert werden; bei den Schildkröten, Eidechsen, Fischen bildet sich ein ähnli-

*) Nasse's Zeitschrift für psychische Heilkunde. 1821. H. 3. S. 97.

**) Meckel, menschliche Anat. Bd. IV. S. 51. u. f.

cher Knochenring, und bei den letzten wird sie häufig ganz knorplig wie die halbcirkelförmigen Gänge, und zuweilen selbst knochenhart (Lachs). Die innere entspricht offenbar der Choroidea des Auges durch ihre größere Dünnheit, Secretion ꝛc., ist also eine Schleimhaut, oder das Malpighische Netz des Ohres, wie jene das des Auges, und muß es seyn, da das Labyrinth (§. 11.) nur ein Hautsäckchen ist. Der auf ihrer innern Fläche, z. B. bei der Lamprete *), abgesonderte, dicke Schleim ist ihr Choroidealpigment, und der Kohlenstoff, der hier (z. E. im Rochen) mehr gewasserstofft, als Fett erscheint, wird im Auge als ein eisenreicher, reiner kohlenstoffiger Ueberzug niedergeschlagen **). — Da der Vorhof das Mutterorgan aller übrigen Theile des Labyrinths ist, so muß er in den höhern Thierclassen, je verschiednere Theile sich entwickeln und desto mehr diese sich ausbilden, nach und nach immer kleiner werden. Ursprünglich scheint er sich daher weiter auszudehnen, als später. Dieß bezeugen die Menge Anhänge, welche man an ihm und am Schneckensack findet. Ja außerhalb des Schädels setzt er sich nach hinten bis in den ersten Halswirbel fort, z. B. bei'm Karpfen, wo dieser, von Weber gefundene Anhang Sinus impar und Atrium sinus impar. genannt worden. In der Höhle des Dornfortsatzes desselben liegt jederseits ein Bläschen (Sinus sphaericus), das als Canal fortgesetzt und mit dem gegenüberliegenden zu einem einfachen Canal vereinigt, sich wiederum theilt und an der Gränze des Sacks und Vorhofs in das Labyrinth mündet. Diese Canäle fangen an, sich nach und nach zurückzuziehen, und erscheinen bei'm Häring bloß noch als ein weiter Quercanal, durch welchen rechtes und linkes Vestibulum mit einander communiciren ***). Bei'm Hecht hat sich auch diese Verbindung gelöst, indem am hinteren Theil des Steinsacks bloß noch ein ziemlich langer hohler Anhang sich befindet, der neben dem verlängerten Mark jeder Seite nach dem Hinterhauptsloch läuft und hier blasenförmig anschwillt ****). Der letzte Ueberbleibsel im Säugethier und Mensch scheinen die Wasserleitungen des Vorhofs und der Schnecke zu seyn, deren Canälchen zwischen harter Hirnhaut und Felsenbein als blinde Säckchen hervortreten †). Nach vorn findet sich ferner eine ähnliche blinde Verlängerung des Vorhofs bei'm Karpfen, wie es scheint, eine Fortsetzung des Canalis impar ††). Dieselbe habe ich bei'm Zander im Knochen gefunden und dieser ragt daher äußer-

*) Weber, a. O. S. 16.

**) Berzelius, Ueberblick der Fortschritte der Chemie. I. S. 58. *Gmelin* indagatio chemica pigmenti nigri ocul. tauri et vitul. in Schweigger's Journ. d. Chemie und Physik. Bd. X. S. 507.

***) Weber (S. 77.) scheint ihn für eine eigene, bei andern Fischen nicht vorkommende Bildung zu halten, aber er ist offenbar nur ein Ueberbleibsel der vom sinus impar abtretenden Quercanäle des Geschlechts Cyprinus, da er ja auch unter dem Gehirn, wie jene, wegläuft. Uebrigens giebt Blainville (S. 566.), außer jenem vordern Quergang, noch einen hintern an, der auch unter dem Gehirn wegläuft und die zwei hintern verticalen Bogengänge verbindet.

****) Cuvier (a. O. S. 462.) läßt ihn mit Unrecht in das Vestibulum münden; Blainville (a. O. S. 555) sagt richtig, er münde in die hintere Ampulle des äußeren Bogenganges, doch hängt er auch fest am Steinsack, so daß er vielleicht auch in ihn sich öffnet. Auch Weber (S. 69.) giebt ihn richtig für einen Ueberbleibsel seines Sinus impar aus.

†) Meckel, menschliche Anat. Bd. IV. S. 36.

††) Weber a. O. S. 16, 17.

lich kegelförmig hervor. Was ist aber die Bedeutung aller dieser Canäle, die bald nach hinten, bald nach vorn laufen? Offenbar, wie es auch die Bedeutung des Labyrinths verlangt, nur Ueberbleibsel oder Wiederholungen des seitlichen, bei den Insectenlarven am offensten daliegenden Luftröhrenstranges, der nach der Länge des Körpers verläuft. Querröhren, welche beide Stränge mit einander verbinden, sind nicht selten (z. B. Truxalis nasutus nach Serres, Mycetophila nach Degeer*) und in jenen Quercanälen des Labyrinths vom Häring und Karpfen kehren sie auf Kopf-, d. h. geistige Weise, zurück. Nur aus dieser Vergleichung mit dem Luftröhrenbau der Insecten erklärt sich die ganze wunderbare Architectur des Gehörorgans. Ohne sie staunen wir seine Verschlingungen an und beziehen sie höchstens auf eine oberflächliche teleologische Erklärung; aber Bildungsgesetze müssen gefunden werden, ohne welche die Teleologie immer eben so unsicher bleibt, als eine Physiologie ohne Anatomie. Das Vestibulum ist danach also nur eine blasenförmige Erweiterung der Luftröhrenstämme, die hauptsächlich in Schmetterlingen, Heuschrecken u. a. in so bedeutender Größe vorkommen, und die Ampullen einzelne Abschnürungen derselben, die Bogengänge aber Wiederholungen der Luftröhrenbogen selbst. Wer diese Theile nur einigermaaßen vergleichend anschaut, muß gestehen, da es im ganzen Thierreich keine ähnlichere Bildung giebt, als die Tracheen. Bei vielen Heuschrecken laufen von hinten nach vorn mehrere Reihen ganz ähnlich gebauter Halbcirkel von Luftröhren. Bei Mantis religiosa giebt es, wie am Vestibulum, zweierlei halbcirkelförmige Canäle, äußere und innere, wovon die äußern größer zu seyn scheinen, und vielleicht ist daraus die Dreiheit der Bogengänge im Ohr und ihre Stellung als ein größerer äußerer und zwei kleinere innere zu erklären **). Wie sehr stimmt damit endlich die wunderbare Drehung der Schnecke überein, so daß man sagen möchte, sie sey der abgerollte Spiraldrath eines Luftröhrensacks.

§. 13.

Mit der Bildung der Bogengänge, vielleicht auch etwas später, scheint in den Wirbelthieren die Entwickelung der Schnecke zu beginnen. Auch sie ist anfangs, wie die Bogengänge, ganz mit dem Vorhof eins; im Krebs, Lampreten, Neunaugen vertritt ein einfaches Säckchen die Stelle beider, bei vielen Fischen communiciren beide noch mit einer so großen Oeffnung (so ist's bei Salmo, Gadus, Lophius, Tetrodon Mola etc.), daß man berechtigt ist, sie für den hintern Theil des Labyrinths der Sepien, oder der Lamprete zu halten, und sie ist daher ebenso eine Abschnürung desselben, wie bei dem letztern Fisch deutlich die Bogengänge durch Faltung desselben sich zu bilden anfangen ***). Dieß ist der Steinsack, der gewöhnlich tiefer als der Vorhof und in einer eigenen Höhle des Hinterhaupts liegt. Er unterscheidet sich nur dadurch von der Schnecke der höheren Thiere, daß er noch keine spiralförmigen Windungen hat, was ja eigentlich auch der Vogelschnecke noch nicht zukömmt; auch bemerkt schon Cuvier, der vielumfassende Schöpfer der vergleichenden Anatomie, diese Analogie ****). Nach und nach trennt sich oft völlig der Schneckensack vom Vorhof (Cyprinus, Cobitis, Esox), ja bei Scomber zerfällt er sogar wieder in zwei Theile, welche die beiden Steinchen einschließen. Nicht weniger als bei den Fischen fehlt der Schnecken-

*) Naturgeschichte der Insecten Bd. VI. Taf. 22. Fig. 3.

**) Man sehe die Zeichnung von M. relig. von Serres, Memoires du Mus. Cahier. IV. p. 380.

***) Weber a. O. S. 16.

****) a. O. S. 418. Auch Treviranus nimmt dieß an (Biol. Bd. VI. S. 343.)

sack und seine Verbindung mit dem Vorhof den Amphibien (Frösche, Kröten, Schlangen, Eidechsen, Schildkröten ꝛc.), und von ihnen bildet das Crocodil den Uebergang zu der hornartig gekrümmten Schnecke der Vögel.

§. 14.

Bekanntlich sind in der Schnecke sowohl, als im Vorhof, mehr oder weniger feste kalkige Massen enthalten, die hauptsächlich in den Grätenfischen krystallinisch und förmliche Steinchen sind. Ihre Zahl richtet sich nach der Zertheilung des häutigen Labyrinths. Bei den Tintenfischen, wo bloß ein Säckchen sich findet, ist auch bloß Eins vorhanden, mit Abtrennung des Schneckensacks von ihm trennt sich auch das Steinchen, und meist erscheinen dann drei, wovon der erste (lapillus), kegelförmige dem Vorhof, der zweite, größte (sagitta) der vorderen Abtheilung der Schnecke und der dritte (asteriscus) der hintern angehört. Fehlerhaft hat man sie oft mit den Gehörknochen der höhern Thiere verglichen (Casser), da ja dieselben Theile auch hier vorkommen und selbst in physiologischer Hinsicht zwischen beiden ein bedeutender Unterschied seyn mag. Treffender macht schon Scarpa **) auf die Aehnlichkeit zwischen ihnen und der Krystallinse aufmerksam (vergleicht aber unrichtig die Labyrinthblase mit der Kapsel der Linse), und mit Recht thut Blainville dasselbe. In ihrer Bildung wiederholt sich offenbar die der Contenta des Auges, und Linse und Glaskörper kömmt also eben so gut im Ohr vor als dort, aber natürlich mit Modificationen. Mit der Linse hat hauptsächlich lapillus und asteriscus viel Aehnlichkeit, indem sie meist eine mehr oder weniger eiförmige, oder runde Form besitzen. Wie die Linse, nach Reil's Untersuchungen, aus radialen Stücken besteht, so findet sich auch auf ihnen ein strahliger Bau, wie jene ferner aus einer Menge concentrischer Lagen zusammengesetzt ist, so sind auch auf den Steinchen durch Kreisfurchen häufig solche Jahresringe angedeutet. Auch chemisch scheinen sich beide, wenigstens nicht scharf zu unterscheiden, indem zwar mit der größeren Härte der Steinchen eine größere Menge von kohlensaurem Kalk, mit der größern Weichheit der Krystalllinse aber ein größerer Wassergehalt verbunden ist; allein es giebt Linsen, wo sich, nach ihrer bedeutenden Härte zu schließen, viel erdige Stoffe anhäufen und umgekehrt häufig Massen im Labyrinth, die, wenig oder gar nicht mit Säuren aufbrausend, kaum eine Spur von kohlensaurem Kalk zeigen. So ist die Linse von Xiphias gladius gypsartig, während umgekehrt bei Raja Torpedo die Steinchen nur eine gallertartige Masse sind, der ein schwarzer Sand beigemischt ist ***). Je höher die Thierclasse steht, desto mehr verschwindet überhaupt die feste Bildung der Steinchen, wie sich dieß leicht durch Vergleichung der Sepiensteinchen mit der gallertartigen Substanz ergiebt, welche im Vorhof der Säugethiere sich findet. Bei den Amphibien ist die weiße Masse, wie auch die kreideartige Farbe schließen läßt, noch sehr kalkreich; dieß nimmt ab in dem Vogel, und noch geringer scheint es im

*) Bei der Sumpfschildkröte fand Bojanus (Anat. Test. europ. Explicatio Tabul. Fig. 149—151.) einen Sack, der von hinten nach vorn spitzig zuläuft (darin also der Schnecke vom Hecht ähnlich ist, welcher auch in seiner Höhle spitzig endet) und einen häutigen, Gefäße enthaltenden Fortsatz nach außen durch ein kleines Loch schickt. Der Sack ist durch eine dünne häutige Scheidewand vom Vorhof abgesondert.

**) a. O. S. 17. §. 10.

***) a. O. S. 552.

****) Weber, a. O. 133.

Säugthier und Menschen zu seyn. Es stimmt dieses, mit dem Steigen des Organs abnehmende Verhältniß der Festigkeit ganz überein mit der Entwickelung der Linse und des Glaskörpers. Auch hier ist die Linse am härtesten in den Fischen und selbst Schnecken und Sepien, nimmt später an Größe und Festigkeit immer mehr ab und zerfließt gleichsam in den immer größer werdenden wässerigen Glaskörper. Eine andere Aehnlichkeit ist die Vertheilung der Nerven. Am Auge umkleidet der Sehnerv den Glaskörper als eine Nervenmembran, am Ohr geht der Sinnesnerv vorzüglich an die Steinchen. So geht bei'm Karpfen der Nervus auditorius accessorius (durus) an die innere Fläche derselben, giebt von hier eine Menge Aestchen in die Furchen, die auf der Oberfläche derselben sich befinden, welche nach dem Rand laufen *). Auch nach Cuvier **) bilden sie sehr schöne Netze auf den Steinchen, was er vorzüglich im Stockfisch sah. Manchmal hängen die Steinchen ziemlich fest am Sack, oft sind sie aber auch so lose, daß sie von selbst abfallen und man jene Nervenstrahlen nur auf der Sackhaut selbst bemerken kann. Immer aber stehen sie in der größten Beziehung zu den Steinchen, wo diese groß sind, sind sie ebenfalls größer und umgekehrt, und an dem Orte, wo sie liegen, hat die Labyrinthshaut immer die zahlreichsten Zweige von ihnen ***). Hinter diesen Steinchen liegt häufig noch eine andere Masse, welche pulpös ist und die Basis derselben bildet. So liegt bei'm Rochen auf dem Boden des Vorhofs eine Gallertmasse, deren freie Fläche ausgehöhlt ist, und in diese Höhle wird ein anderes kreidiges kohlensaures Kalkklümpchen aufgenommen, also ganz so wie die Linse des Auges in der Höhle des Glaskörpers sitzt.

Mit dieser Vergleichung ist aber noch nicht ihre Bedeutung gefunden, denn an die letzten und untersten, an vegetative Bildungen müssen sie angeschlossen werden. Wenn das häutige Labyrinth nur ein Athemsack ist, so können natürlich die Steinchen nichts Anderes seyn, als Darstellungen eines Kiemenbaues in demselben, der hier kalkig ist. Sie sind das Kiemengeripp, was noch von der ganzen Vegetation anderer Athemsäcke hier übrig geblieben ist. Die athmenden Gefäße sind verschwunden und, gemäß der Bedeutung des Gehörsinns, ist bloß die Knochenbildung zurückgeblieben. Deutlich wird dieß durch den Bau einer Fischkieme, deren Fasern innerlich lange, feine Knochenplättchen enthalten, die eben die, hier noch athmenden, mit einer Schleimhaut überzogenen Steinchen der Kiemen sind. Stärker und animaler ist dieß schon theils am Zungenbein und Quadratknochen, theils vorzüglich an den Flossen gebildet, deren einzelne Strahlen vollkommen denen der Kiemen ähnlich und fast nur in der Größe verschieden sind; auch hier verschwindet schon das Gefäßsystem, das Knochensystem tritt hervor und sie dienen daher der Bewegung. Dahzr ist allerdings eine große anatomische Sympathie zwischen den Steinchen der Fische und ihrem Knochensystem bemerkbar. Die Härte derselben richtet sich bei dieser Thierclasse nach der größern oder geringeren Härte des ganzen innern Knochensystems und steht mit ihr im geraden Verhältniß. Daher unterscheiden sich die Steinchen der Grätenfische so auf-

*) Weber, S. 44.

**) Vergl. Anatomie a. O. S. 543, 465, 464.

***) Auch Blainville fand im vordern Theile des Vorhofs stets eine gallertartige Masse, die in einer wahren Hyaloidea eingeschlossen war, und auf dieser Substanz verbreitete sich eine große Menge von Nerven und bildeten eine pulpöse Hülle.

fallend von denen der Knorpelfische und Sepien. Bei den Tintenfischen ist selbst bei Sep. officinalis und Loligo, welche beide eine härtere Körperbildung besitzen, als der Achtfüßler, das kreidige, halbovale Steinchen härter, als bei Octopus. Bei den Knorpelfischen findet sich sehr selten und unvollkommen ein zackiger Bau derselben, meist sind sie eben so abgerundet, wie das ganze übrige Knochensystem. Der Rochen hat, wie bemerkt, statt der Steinchen im Labyrinth, eine gallertartige, mit schwärzlichem Sand vermischte Masse *), bei den Haien sind sie breiartig, bei Tetrodon Mola mehr schleimig als kreidig, bei'm Stör der eine größere bröcklig, und zwei andere gallertartig und der Lamprete fehlt endlich, wie dem Krebs, die Steinbildung gänzlich. Den Uebergang zu den Knochenfischen bildet Lophius, wo der sehr kleine mittlere Stein zwar fein gezähnelt, aber auch weicher ist, als bei den Grätenfischen. Wo dennoch in Knorpelfischen eckige Figuren vorkommen, sind doch die Steinchen äußerst klein. Dagegen erinnert sogleich der porcellanartige, brüchige Bau der Steinchen bei den Grätenfischen an ihre brüchigen, splittrigen Knochen und durch seine Zacken am oberen Rande an den Kiemendeckel und Quadratknochen, an welchen bekanntlich auch nicht selten solche Zacken und Zähnelungen vorkommen (Serranus). Wie die Kiemenfasern der Knorpelfische (z. E. Rochen) keine Spur von einer Zähnelung zeigen, so verhalten sich auch die Steinchen hier, umgekehrt stimmt die gezähnelte Bildung der Kiemenfäserchen der Grätenfische sehr mit den Zähnelungen ihrer Steine überein. Auch mit den Kinnladen, welche z. E. bei'm Zander fein gezähnelt sind, haben sie Aehnlichkeit, kurz mit dem ganzen eckigen Knochensystem dieser Abtheilung.

§. 15.

Sie scheinen indeß weniger zum eigentlichen Skelet der Wirbelthiere zu gehören, als zu dem äußern der Wirbellosen, wären also, wie unsere Nägel und Zähne, Ueberbleibsel von Muschel- und Schneckenschaalen. Dafür spricht schon a priori die Entwickelung des Labyrinths aus einer Hauteinsackung, aber es wird auch durch die chemische Analyse bewiesen. Bekanntlich ist das Auszeichnende in der chemischen Bildung des äußern Skelets der wirbellosen, daß Kohlensäure, statt Phosphorsäure, mit dem Kalk verbunden ist und die letzte erst spät bei dem Uebergang zu den Fleischthieren, z. E. in den Krebsen, entsteht. In den Steinchen haben aber alle Beobachter und ich selbst nie etwas Anderes gefunden, als kohlensauren Kalk, nie phosphorsauren, was nur daraus sich erklärt, daß sie eine Oberhautbildung darstellen, welche sie seyn müssen, weil ihr Organ, worin sie entstehen, selbst eine Hautbildung ist. Sie haben daher mit vielen anderen Oberhauttheilen Aehnlichkeit, z. E. Zähnen und Schuppen. Wie die Zähne nur einzelne verhärtete Stellen der Oberhaut des Darmcanals sind, oder mit einer Kalklage überzogene Darmzotten, so sind es ebenfalls die Steinchen am Labyrinth, wie jene sich als eingekeilte Zähne der Säugthiere in besonderen Säckchen entwickeln, welche unter dem Zahnfleisch liegen und ihm anhängen, so auch die Steinchen an der Haut. Daher auch die große Aehnlichkeit derselben mit Schuppen und Muschelschaalen. Wie diese, haben die Steinchen der Grätenfische strahlige Streifen und zugleich concentrische Ringe und daneben noch einen gezackten Rand, ja es kömmt selbst bei mehreren, z. E. Cyprinus, von welchem Geschlecht sie überhaupt sehr regelmäßig, nett und in den einzelnen Arten übereinstimmend gebaut

*) Weber. S. 133.

sind, eine Art Wirbel vor, welcher, wie er bei Muschelschaalen dem Einsenken der Eingeweide seinen Ursprung verdankt, auch hier durch eine Erhöhung der Haut der innern Sackwand (gleichsam einen Pulpus dentis) zu entstehen scheint, die sich in eine innere Vertiefung des Steins einlegt. Und damit bin ich so weit, daß ich ihre Bedeutung, in Hinsicht auf die niedern sinnlichen Brüder des Ohrs, aufstellen und so das Gehör selbst dem Getast und Geschmack anreihen kann. Sie sind die Nervenwärzchen des Ohres und betasten die Schallschwingungen der Körper. Sie unterscheiden sich nur von Tast- und Geschmackswärzchen, daß in ihnen Kalkbildung vorherrscht. Wie bei vielen Säugthieren (Katzen, Fledermäusen, Beutelthieren) die conischen Wärzchen der Zunge äußerlich hart werden und so in hornichte Scheiden eingeschlossen erscheinen, dadurch aber ihre Sinnesfunction ohne Zweifel verlieren, so erlangt umgekehrt die Schleimhaut des Gehörsacks erst Hörfähigkeit durch Verknöcherung. Daß übrigens diese Fortsätze der Haut, sie mögen Kiemen oder Zotten, Haare oder Nervenpapillen heißen, nur Metamorphosen einer und derselben Bildung sind, hoffe ich noch später weiter zu beweisen, obwohl der eigentlich des Beweises nur bedarf, der die Natur nicht als Continuum erkannt hat.

§. 2.

Wie ist aber die Metamorphose dieser sonderbaren Kalkpapillen? Verschwinden sie in den höheren Thierclassen gänzlich, oder was wird aus ihnen? Dieß sind Fragen, welche für die Physiologie des Ohres nicht ohne Interesse sind. Daß in den Amphibien noch ähnliche weiße, obwohl weichere Kreideklümpchen im Labyrinth vorkommen, ist bekannt, man hat sie bis jetzt bei allen gefunden. Das Vestibulum nimmt im Allgemeinen keine andere Form und Bildung an, sein Stein enthält eine fast gallertähnliche Beschaffenheit, ist aber dennoch selbst in den Säugthieren wiederzufinden. Es verliert sich also in diesem Theil des häutigen Labyrinths die Gehörpapille nicht, wird nur feiner, während die Kalkmassen sich äußerlich ablagern. Ich übergehe daher diesen Theil, der schon früh gebildet, früh seine Bogengänge entwickelt und damit vollendet ist, wenn auch allerdings das Verhältniß zwischen Kanälen und Vorhof sich ändert. Eine größere Aufmerksamkeit verdient das Rudiment der Schnecke, der Steinsack, und da dieser sich am meisten metamorphosirt und nur daraus die Bedeutung einzelner Theile Klarheit bekömmt, so soll er vorzüglich Gegenstand meiner Betrachtung seyn. Bei den Amphibien (mit Ausnahme des Crocodils) scheint sich dieser Theil wenig zu verändern, er ist gewöhnlich rundlich und liegt unter und etwas hinter dem Vorhof, ist also kaum verschieden von dem Fischsack. Die erste Umbildung tritt bei der Vögelclasse ein, wo bekanntlich die knöcherne Schnecke ein nach innen und etwas nach hinten gerichtetes Horn bildet. Die Lage derselben ist hier etwas Anderes, als bei'm Fisch. Obgleich sie nämlich schon in der Fischreihe den untersten und hintersten Theil des Labyrinths bildete und häufig selbst in einer eigenen knöchernen Höhle des Schädels fast ganz unter dem Gehirn liegt, so ist doch die Richtung dieser Höhle noch völlig horizontal und parallel mit der Schädelbasis, von welcher sie zum Theil gebildet wird (Cyprinus). Der vordere Theil des häutigen Schneckencanals, worin die Sagitta liegt, ist enger und erweitert sich, etwas nach innen gekrümmt, hinten zum Sack, worin Asteriscus steckt. Bei Amphibien und Vögeln reißt er sich immer mehr von der Schädelbasis los und senkt sich nach unten. Doch hat auch bei den letzten die Schnecke noch immer zum Theil eine Richtung nach innen und hinten, ihre Concavität, welche im Säug-

thier nach vorn sich kehrt, hat hier eine mehr hintere Lage und ihr unterer oder hinterer Theil ist knopfartig erweitert, wie der Fischsack. Schon Scarpa hat die Vogelschnecke genau beschrieben, aber ihre Theile nicht in Beziehung gebracht auf die Fischschnecke. Bei den Vögeln findet sich zuerst ein Spiralblatt, was aus zwei, nicht genau aneinanderliegenden knorpligen Lamellen besteht. (Taf. 1. Fig. 3. u. 4.) Diese sind anfangs, an den Fenstern, eins und wie ein Streifen Papier bogenförmig zusammengelegt. Das eine legt sich an die vordere und innere Seite des runden Fensters und bildet so die Paukentreppe, das andere, was hinten einen Zwischenraum übrig läßt, die Vorhofstreppe. Hier, im Horn der Schnecke, trennen sich die knorpligen Blätter, sind bloß durch ein feines Häutchen mit einander verbunden und enden im abgerundeten Ende desselben als ein ziemlich dickes, ovales, plattes, knorpliges Säckchen, worin eine weißliche kalkhaltige Materie sich befindet. Sein innerer und hinterer Theil ist nicht gespalten, wie die Lamellen im mittleren Raum des Horns, sondern an dem Knöpfchen vereinigen sich beide Blätter und bilden wieder, wie an ihrem Anfang, Ein Ganzes. Der Hörnerv verbreitet sich noch größtentheils auf dem kolbigen Ende strahlig, von Zweigen auf den, schon etwas um sich selbst gedrehten Spiralblättern selbst habe ich nichts bemerken können. Es ist also offenbar dieser letzte kolbige Sack die Anschwellung in der Spitze der Schnecke bei den Säugthieren und dem Menschen, welche nach innen frei in dem Trichter derselben hängt und auf welchem sich ebenso gänsefußartig ein Ast des Hörnerven verbreitet, der, größer, als die nächsten Spiralblattnerven, durch die Spitze der Spindel dringt *). Die Blätter selbst sind aber ebenso ein länglicher Sack, von dem sich die Seitentheile knorplig entwickeln, während die Eintrittsstelle des Nerven und der entgegengesetzte äußere Theil sehr dünnhäutig ist und allein die Kreideflüssigkeit enthält. Man kann daher die weiße Materie des Kolbens zwischen den zwei Knorpelblättern heraustreiben, doch reißt, in der Regel, bald der Sack und die Masse dringt in das knöcherne Labyrinth. Der Bau ist also fast ganz, wie schon im Fisch, und die Sackhöhle verwandelt sich nicht in die Treppenhöhlen, sondern wird bloß zum Zwischenraum der zwei langen, dünnen Spiralblättchen. Die Treppen gehören daher wohl ohne Zweifel bloß dem knöchernen Labyrinth an, folglich bloß den Schädelknochen. Sie verhielten sich demnach zum Spiralblatt, wie Augapfel zu Orbita, und das Wasser der Treppen wäre dem gleich, was zwischen den halbcirkelförmigen Canälen und der sie umgebenden Knochensubstanz bei vielen Fischen sich findet. Fast ganz derselbe Entwurf ist schon im Karpfen gemacht, den ich deßhalb genauer untersucht habe. (Taf. 1. Fig. 2.) Die Steinchen, kann man sagen, bilden hier durch ihre Form schon die zweigetheilte Gestalt der Vogelschnecke vor, indem das zweite mittlere in zwei Kalkblättchen nach hinten sich theilt und so eine Art Spiralblatt darstellt, mit dem Unterschied also, daß hier das Contentum, bei Vogel und Säugthier die eigentliche Sackhaut das Bildende ist. Das hintere, größtentheils kleine Steinchen, auf welchem sich die Nerven strahlig verbreiten, ist der obere kolbige Theil der Vogelschnecke, oder das, wie Scarpa **) sagt, mehr, als irgend ein anderer Theil, mit Wasser getränkte Ende des häutigen Spiralblatts, wo aber der Inhalt, in den höhern Classen dagegen die Sackhaut, fester ist. Sollte daher dieses Ende der Menschenschnecke nicht auch hohl seyn? Und kömmt die verschiedene Größe der Steinchen des Sacks nicht schon ganz überein mit der Länge der verschiedenen Theile des Spiralblatts? Daß das vordere oder mittlere Steinchen fast immer das

*) Scarpa, S. 93.

**) l. c. S. 88.

größte und meist in die Länge gezogen ist. ist ohne Zweifel der Grund, warum an der Säugethier- und Vogelschnecke der Theil der Schnecke, welcher dem loculus anterior entspricht, ebenfalls der längste ist und fast alle Windungen macht, während das Stückchen des Fischsacks, welches den kleinern Stein enthielt (loculus posterior), in das unbedeutende angeschwollene Ende des Spiralblatts im Trichter sich verwandelt. Die Steinchen selbst, welche schon im Lurch und Vogel flüssig wurden, bleiben es und werden noch feiner im Säugthiere, wo sie als eine breiige Pulpe, welche nicht zerflossene Nervensubstanz des weichen Gehörnerven ist, erscheinen, die zwischen den Platten des Spiralblatts liegt, also wie immer in ihrer Sackhöhle. Es fehlte also selbst im Menschen das Warzengewebe weder dem Vorhof, noch der Schnecke, und kann nicht fehlen, da es, nächst dem Nervensystem, der Haupttheil aller Sinnesthätigkeit ist. Die Steinchen winden sich nur, mehr in die Länge gezogen, sammt ihrer Sackhaut, spiralförmig und legen sich als eine durchsichtige Substanz an die äußere Wand der Windungen der knöchernen Schnecke *). Härte der Steinchen und der Sackhaut stehen mit einander in umgekehrtem Verhältniß und was anfangs innerlich als kohlensaure Kalkerde auftrat, entwickelt sich später äußerlich als phosphorsaure. Dieser Metaschematismus des Kalks ist also dem gleich, welcher im ganzen Thierreich bei'm Uebergang der Insecten und Mollusken zu den Fischen zwischen Oberhaut und eigentlichem Skelet statt hat. Die Knorpelbildung der zwei Spirallamellen der Vogelschnecke kann man übrigens schon, und zwar ziemlich in derselben Form, an der Sackhaut des Karpfen wahrnehmen. Hier ist der innere Theil der Haut des Steinsacks ganz knorplig, wie die Bogengänge, vorzüglich da, wo die Steinchen anliegen, während der äußere sehr dünnhäutig ist, wie bei'm Vogel; es braucht sich also bloß der Sack mehr zusammenzuziehen, der untere und obere Theil des Knorpelstücks zusammenzulegen und als zwei, über den äußern Theile des Sacks (der sich in sie zurückzieht) duplicaturartig hinwegragende Lamellen bis an die äußere Wand der Schnecke auszudehnen, so ist der Vogelbau fertig. Außerdem ist aber der vordere, innere Knorpeltheil der Karpfenschnecke schon gleichsam in zwei Blätter abgetheilt, indem nämlich schief von oben und vorn, nach unten und hinten eine feine knorplige Leiste herabläuft, welche zwischen den zwei Fortsätzen des zweiten Steinchen liegt und sie von einander trennt. Auf der oberen Rinne der Sagitta läuft der Nerv, während ein anderer Ast weiter oben geradezu an den

*) Blainville (S. 460) giebt 4 Schichten des Spiralblatts an (die man indeß wohl schwerlich ganz genau von einander trennen kann). 1) Einen kurzen Vorsprung der Columella selbst, woran sich die übrigen Theile der Scheidewand heften und welcher von einer Menge Löcher durchbohrt ist (also nicht zum Spiralblatt gehört, sondern der Spindel, also den Schädelknochen); 2) eine breitere, mattweiße, sehr zerbrechliche, deren sehr dünne Wände eine Höhle haben, welche in eine sehr große Menge kleiner Röhrchen durch dünne Scheidewände getheilt ist und daher ein fibröses Ansehen bekömmt; 3) eine mehr häutige Zone, woran kein fibröser Character mehr sich zeigt und die von der pulpösen, gallertartigen Materie gebildet scheint, welche die Röhrchen von Nro 2 füllte; 4) eine, durch eine sehr feine, durchsichtige Haut gebildete; 5) eine gallertartige Schicht, die sich in eine Aushöhlung des Umfangs des Schneckencanals legt und die Scheidewand der Treppen endigt. Diese letzte Schicht schien ihm durch ein Blutgefäß von oben nach unten gefurcht und er sah sie einigemal an jeder Seite der Treppe fein gezähnelt, als wenn für jeden Faden der weißen Zone Nro. 2. ein Zahn da wäre. — Was sind diese Zähnchen anderes, als die Wiederholung der Zähne der niedlichen Steine bei den Grätenfischen. Der Rand der Steinchen legt sich, wie ihre Sackhaut, an das knöcherne Labyrinth und krystallisirt als Gallerte in den Säugthieren ihren alten Zahnbau wieder.

hintern Theil der Schnecke (loculus posterior) läuft und sich, wie eben gesagt, strahlig auf dem Sacke vertheilt. Auch bei'm Hecht läuft genau in der Richtung der Rinne, welche der hier große, unregelmäßig gezackte Stein in seiner Mitte hat, der Nerv, welcher bei'm Vogel der hintern Spalte der Spiralblätter folgt.

Uebersicht der Steinchen in den verschiedenen Thierclassen.

	Lapillus (Vorhofstein).	*Sagitta* (vorderer,)	*Asteriscus*, (hinterer Schneckenstein).
Sepia		bloß Ein Stein wie nur Ein Labyrinthsack.	
— officinalis	knöchern, muschelig (*Cuv.*)		
— Octopus	weicher und weißer, als von Weber), hängt mit der p. 2. *Weber*, 11—12.)	Lol. und offic., kreidig, keilförmig (nach Spitze an, oben convex, unten hohl und	Scarpa), halboval (nach rauh (*Scarpa*, p. 10. *Pohl*,
Anguilla fluviat.	alle drei klein (von Klein versetzung, T. IV. Fig.	abgeb. s. Geoffroy über die Gehör 29.)	werkz. d. Menschen ꝛc. Ue-
Muraena Conger	viel größer und härter, als Asteriscus,	oval mit ganzen Rändern,	sehr weich, klein, zusammengedrückt.
Ophidium barbatum	— —	sehr groß, so daß die Basis des Hinterhaupts aufgetrieben ist, nicht gezähnt (Huschke.)	
Ammodytes tobianus	(Klein, a. O. Fig. 29.		
GadusMerlangus	— —	sehr groß, länglich, hinten zugespitzt, Ränder ganz und schneidend	keine Spur.
— Merluccius	rund	viel kürzer, viel ovaler und dicker	sehr dünn, wie ein unregelmäßiger Sattel.
— Morrhua	— —	vordere Ende abgerundet, Zähne stumpf (*Cuv.*)	dreieckig (*Cuv.*).
— Callarias	(s. Klein a. O. Fig. 10.; Lota, Fig. 14.)		
Scomber	— —	nicht sehr länglich, sehr gezähnelt am äußeren Rand, am innern convexen Rand mit einer Längsfurche	durch 3—4 sehr spitze Zähne nach hinten geendet.
— scomber	— —	vorn zwei Höcker, dreieckig (*Cuv.*).	
Gasterosteus aculeatus.	(Klein a. O. Fig. 27.)		
Pleuronectes	— —	oval, nicht sehr länglich, wenig gezähnelt und hinten, wo er an Aster. stößt,	halbmondförmig und nicht sehr hart, klein.

	Lapillus (Vorhofstein).	*Sagitta* (vorderer,)	*Asteriscus*, (hinterer Schneckenstein).
		wie abgeschnitten (*Klein*, Fig. 16. maximus; 17. flesus; 18. Rhombus.)	
Trigla	— —	fast rund, größter, an Einem Rand gezähnelt (*Klein* a. O. v. Cuculus Fig. 8.)	fast rund, linsenförmig, hat einen breiteren Einschnitt und einen ganzen Rand.
Perca	— —	sehr groß, unten und außen sehr conver, auf der andern Seite concav, innerer Rand unregelmäßig gezähnelt (Blainville 558; v. *Klein* abgeb. a. O. T. IV. F. 11. Lucioperca; Fig. 12. fluviatilis; Fig. 13. cernua.)	
Exocoetus	gallertartig	sehr gekrümmt, an einem Rand gezähnt, mit tiefer Rückenfurche.	gallertig (Bl. 558).
Sparus Salpa et — Sargus	?	sehr groß, mit ungleichem Rand, schief liegend, das eine vordere Ende spitz; das hintere abgestumpft und dick	sehr klein, unregelmäßig, platt, mit ungleich gezähntem Rand (Weber, S. 71).
Labrus	— —	vorn abgerundet.	
Uranoscopus scaber	— —	— —	klein (*Cuv.*).
Zeus faber	— —	— —	klein.
Clupea Hareng.	fehlt.	nicht so hart als in andern Fischen, weiß, groß, platt, mit einem gezähnten Rand (*Weber*, 79. von *Klein* a. O. Fig. 7.; von *Sprattus* F. 30.)	klein, weiß, vorn zwei Höcker.
Lepidoleprus trachyrhynchus	nach Risso (Ichthyol. de	Nice, p. 199.) 4 Steinchen, ungleich und gezähnt.	
Scorpaena scrofa	— —	rauh, ziemlich groß (*Klein*, Fig. 9)	
Cobitis fossilis	größter, Form wie Ast. Cyprini	stielförmig (Bl.), grätenartig (*Web.*), vorn stumpf, hinten spitzig (*Klein* v. barbatula Fig. 33.)	fast rund, viel kleiner, platt.
Cyprinus (in allen Arten sehr regelmäßig)	dreieckig, höckerig (*Klein*, carpio. Fig. 19; brama 20; auratus 21; carassius 22; cephalus 23; zerta 24; rutilus 25.	lang, hinten mit zwei spitzen Fortsätzen	oval gezähnelt, groß, innere Furche, nach vorn zwei Zacken. von C. Tinca Taf. 4. Fig. 9. 10.
Esox lucius	rund, kleinster	oval und, ziemlich groß (*Klein* a. O. Fig. 1. a. b.)	klein, halbmondf., vorn zwei Höcker.
— belone	alle	sehr	klein.
Salmo	kaum knorplig	vorn spitz, unterer Rand conver schneidend, oberer in der Mitte mit einer Art Ohr (*Klein* a. O. v. Salar. Fig. 2.; von Trutta F. 3.; fario 4; Thymallus 5.; albula 6.)	kaum knorplig (Bl.)
Silurus	sehr dünn, unregelm., 4eckig (*Klein*, Fig. 15. a. b. glanis)	sehr schmal, länglich, obere Aushöhlung durch eine vorspringende Leiste in zwei Theile getheilt	fast rund, etwas gezackt an Einem Ende.

	Lapillus (Vorhofstein).	*Sagitta* (vorderer,)	*Asteriscus*, hinterer) Schneckenstein).
Silurus glanis	wie Austerschale aus mehreren Schichten, 4eckig, platt.	grätig, wie bei Cyprin, hat aber, statt Seitenfortsätze, einen Kamm.	
Lampetra mar.	fehlen alle (*Web.*)		
Raja	rund	viel größer, oval zusammengekrümmt und etwas fester, in Batis außer dieser Masse noch ein dünner, kleiner, ovaler, gezähnelter, durchsichtiger Stein.	conisch und gerundet.
Torp. marmorata	statt Steinchen eine gallert	artige, mit einem schwärzlichen Sand ver	mischte Masse (*Web.*)
Squalus	drei breiartige, kreidige	Klümpchen, wie Stärkemehl.	
Tetrodon Mola	im Labyrinth eine mehr	schleimige, als kreidige Masse (*Cuv.*,	463.)
Lophius	vorhanden.	oval, sehr klein, ziemlich regelmäßig am obern Rand gezähnt, weicher, als bei andern.	viel kleiner, ziemlich unregelmäßig.
Accipenser			
— Sturio	sehr gallertartig	groß, conver auf einer, concav auf der andern Seite; nach Comparetti der untere Theil hart und knöchern, der obere weich und kreidig (*Klein* a. O. Fig. 34.)	gallertig.
— Huso	zwei zerreibliche und kreidige (*Pohl.*)		

Steinchen der Amphibien.

Proteus	im Sack ein stärkemehlartiger Stein (*Rusconi* a. O. 92.)		
Rana	Vestibulum und Bogengänge, gefüllt mit gallertartiger Materie	im Schneckensack eine Materie, weiß wie	Rahm, halbflüssig und ohne festere Theile.
Testudo	alle eingehüllt in eine eigene Hülle und gallertartig-kreidig.		
Crocodilus	vorhanden drei sehr kleine Steinchen, die noch weicher, als b den Knorpelfischen (*Cuv.* 467.)	halbmondförmig, größter.	fast rund, viel kleiner.
Lacerta	größter Theil des Vorhofs ausgefüllt von einer ziemlich harten, kalkigen Linse, die quer liegt und von einer Schicht Eiweißsubstanz umgeben ist, welche sich in die Bogengänge fortsetzt und im Sinus der Schnecke zu einer Art Blase aufschwillt (Blainville 545.)		

Steinchen der Vögel.

als eine weiße, pulpöse, markige Masse, vorzüglich am untern Theil der Schnecke.

Steinchen der Säugthiere.

im Vorhof eine ähnl. gallertartige, durchsichtige Substanz, in welcher zwei viel weißere Stückchen, ohne bestimmte Gestalt, amylumhart (*Blainville*).
In der Schnecke ist es die gallertartige Masse in den Röhren des Spiralblattes.

Knöchernes Labyrinth.

§. 16.

Wie nur die Verfolgung der Entwicklung des häutigen Labyrinths die Bedeutung seiner verschiedenen wunderbaren Gestalten entdecken ließ, so lassen sich auch nur durch dieselbe Behandlungsweise des knöchernen Labyrinths die Dunkelheiten lösen, die es vom Bau des übrigen Körpers trennen. Sein ganzer Bau richtet sich fast vollkommen genau nach der Bildungs- und Entwickelungsweise des häutigen, es zerfällt in eben soviel Haupttheile, wie dieses und geht gleichen Schritt mit seiner Größe oder Kleinheit. Von allen Thieren geben hier die Grätenfische, wegen der bedeutenden Zerfällung des Knochensystems, das beste Bild seiner Urformation, da bei den Knorpelfischen und den meisten höhern Thieren, vorzüglich den Vögeln und Säugthieren, Alles so fest verwachsen und verschlossen ist, daß höchstens ihr Fötus Auskunft geben könnte. Doch kann man allerdings gerade hier auch wieder, wegen der außerordentlichen Mannichfaltigkeit der Knochenstückchen, verwirrt und zu falschen Vergleichungen um so leichter verführt werden, so daß es gut ist, wenn man immer daneben den einfacheren Bau der Knorpelfische und die Fötusentwickelung zu Rathe zieht. Das Felsenbein ist nichts Anderes, als eine Bildung von Seitentheilen eines Schädelwirbels *), wie es auch schon von Bojanus und Oken **) genannt worden, und zwar scheint es ursprünglich theils zum Hinterhaupt, theils nach vorn zum hintern Keilbeinwirbel zu gehören. Das Felsenbein besteht bei den Grätenfischen aus mehreren Stücken, welche man auf zwei Haupttheile reduciren kann, von denen die übrigen kleineren, obere Anhängsel, oder weitere Trennungen dieser Seitentheile sind, indem hier die Individualisirung noch stärker wird, als am ersten Halswirbel. Wie dessen Bogentheil in Stapes Web., Claustrum und Dornfortsatz sich lös't, so zerfallen die Seitentheile des Schädels der Knochenfische noch mehr, und zum Hinterhauptswirbel gehören daher, außer dem eigentlichen Schuppentheil, noch drei oder vier Stückchen, welche fast alle später zum Fels zusammenschmelzen. Es giebt also zwei Felsenbeine ursprünglich, welche den zwei Hauptabtheilungen des häutigen Labyrinths, der Schnecke (Steinsack) und dem Vorhof entsprechen, und durch ihre Verwachsung entsteht der Fels der Säugthiere und Vögel. Das hintere Felsenbein ist nichts Anderes, als ein abgelös'tes Stück vom Seitentheil des Hinterhauptswirbels. Bei'm Karpfen ist es noch mit diesem verwachsen und bildet mit ihm Ein Stück. Das Seitenstück des Hinterhaupts enthält nämlich hier den hinteren und äußeren Bogengang (s. Weber

*) Nach Meckel (menschliche Anatomie, Bd. II. S. 17), bilden die Schlaf- und Scheitelbeine einen eigenen, den mittleren Schädelwirbel, wovon das Scheitelbein, Schuppe und Jochfortsatz, sammt dem Warzenfortsatz, die Bogenhälften und Fortsätze, das Felsenbein aber den Körper darstellt, der durch das Grundbein in zwei Hälften geschieden ist. Diese Meinung beruht indeß auf keiner genauen Anschauung der Natur. Abgesehen davon, daß diese Spaltung des mittleren Wirbelkörpers Meckel's nicht nachgewiesen werden kann, ist diese Entwickelung auch überhaupt höchst unwahrscheinlich darin, daß ein Wirbelkörper so aus seinen Verbindungen mit den übrigen herausgedrängt würde und die nächsten sich wieder zusammenschöben, wovon, weder am Kopf, noch an der ganzen Wirbelsäule, ein ähnliches Beispiel bekannt ist. Einen ganzen Wirbelkörper bildet der Fels wenigstens nicht, sondern ist in diesem Fall, der aber auch unwahrscheinlich ist, nur ein kleines Stück vom Körper des Hinterhaupts, indem bei den Knochenfischen allerdings der Schneckensack in dessen Seitenhöhle liegt.

**) Isis, Jahrgang 1819. Heft 9. S. 1541.

Fig. 24, 7, 10.) und muß folglich dem Fels angehören. Das foramen condyloideum (s. Weber Fig. 24, 8.) ist ursprünglich nur ein Spalt und wird durch einen langen, spitzen Fortsatz dieses Seitenstücks gebildet, der nach oben und innen sich wendet, mit dem der entgegengesetzten Seite zusammenstößt, so das große Hinterhauptsloch bildet und, oben sich wieder an den innern Theil des Seitenstücks anschließend, jenes Loch bewirkt, was, da es den Zungenfleischnerven durchläßt, ohne Zweifel das Gelenkloch der höhern Thiere ist. Am Seitentheile des ersten Halswirbels (Stapes Web.) ist hinten und innen ein ähnlicher, krummer, spitziger Fortsatz, welcher aber noch nicht so weit nach oben reicht, daß er wieder mit dem eigentlichen ausgehöhlten Seitentheil zusammenfließen und ein Loch bilden könnte, und so ist hier bloß ein Spalt vorhanden. Kleiner wird dieser Fortsatz an den übrigen Halswirbeln. Der sonderbare, schief nach außen gerichtete Rand des Seitentheils vom ersten Halswirbel bildet ebenfalls, wie jener Fortsatz, den Uebergang zu den Kopfknochen; denn im Hinterhaupt hat sich bereits der, dem vorderen Theil des Seitentheils vom ersten Halswirbel entsprechende Fortsatz vollkommen nach außen gekehrt, jener spitze Fortsatz aber nach innen, so daß beide in einem rechten Winkel auf dem verlängerten Mark stehen und folglich das, was an den übrigen Wirbeln hinten lag, hier nach innen, was vorne, nach außen zu liegen kömmt. Der vordere Theil jedes Halswirbelseitentheils (vorzüglich am zweiten und ersten Wirbel) springt aber auch mehr oder weniger stark hervor und verwandelt sich am Hinterhaupt in das oben erwähnte Seitenstück (7.), welches das Gehörwerkzeug zum Theil einschließt. Er ist also kein Querfortsatz dieses Wirbels, wie man denken könnte, sondern gehört einzig den Rückenmarksbögen an. Da aber, nach Meckel's Beobachtungen *), im vierten Monat im Felsenbein des menschlichen Fötus zwei Knochenkerne sich entwickeln, wovon das hintere den Zitzentheil, zugleich aber auch den horizontalen Bogengang zum Theil bildet, so halte ich, da jener Knochen im Karpfen ebenfalls diesen Bogengang in seinem hintern Theile, sammt dem hinteren, umschließt, jenen Fortsatz für den Zitzenfortsatz. Der Warzenfortsatz ist mithin kein Querfortsatz seines Wirbels, für welchen er angesehen worden, sondern gehört zum Dornfortsatz. Die eigentlichen Querfortsätze gehören nämlich, wie ich anderswo weitläuftiger gezeigt habe, zur Rippenbildung und sind ursprünglich ihre Gelenkstücke.

Dieser Seitentheil des Hinterhaupts zerfällt nun bei den Amphibien, und wahrscheinlich bereits in der Fischclasse, in zwei Theile, wovon einer das eigentliche Hinterhauptsbein, der andere aber, den hintern Theil des Felsenbeins bildet. Auch in Perca Lucioperca und Scorpaena Scrofa schien mir schon ein feiner Spalt an diesem Knochen in das foramen lacerum herabzulaufen. Am deutlichsten ist diese Trennung aber in der Riesenschildkröte, wo an derselben Stelle (statt zwei Hörwirbelknochenstücken, wie im Karpfenkopf) drei Seitentheile auf der Basis des Schädels sich befinden, ein eigenes für das Hinterhaupt und zwei für das Labyrinth (Taf. 1. Fig. 6.). Es läuft eine deutliche Sutur vom foramen lacerum aus, welche das hintere Felsenbein **) vom Seitentheil des Hinterhaupts vollkommen scheidet, und so ist

*) Archiv für Physiologie, Bd. I. S. 636.

**) Den hintern vorspringenden Theil dieses hintern Felsenbeins der Schildkröte halte ich, wegen jener Entwickelung des Fisches und Fötus, für den Warzenfortsatz und ich kann Bojanus nicht beistimmen, der ein weiter oben liegendes Stück dafür erklärt.

hier also die individualisirtere Bildung vollendet. Auch an den übrigen Amphibien ist diese Trennung nicht zu verkennen. Das vordere Felsenbein ist das Stück, wodurch bei'm Karpfen vorn der nervus inframaxillaris läuft, deßhalb früher von Bojanus *) für den großen Keilbeinflügel, später von Oken und ihm für die Pauke **) erklärt, jetzt aber auch von dem Erstern richtig als das vordere Felsenbein angegeben ***). Pauke kann es nicht seyn, da diese gar nicht zu den Schädelwirbeln gehört, noch jemals, wie dieses Stück zum Theil thut, das häutige Labyrinth enthält. Es liegt gerade vor dem hintern Felsenbein und stößt hinten an dasselbe an. Bei mehrern Amphibien sind schon beide Stücke mit einander verbunden, bei vielen andern, und noch mehr bei den Grätenfischen, eine Sutur dazwischen. Da, wie ich oben schon bemerkt, das vordere bei den Fischen den Vorhof, sammt dem vorderen Bogengang und dem vorderen Theil des äußeren, das hintere dagegen den Schneckensack, sammt dem hinteren Bogengang, und den hinteren Theil des äußeren enthält, so kann man das erste Vorhofsbein, das hintere Schneckenbein nennen.

§. 17.

Von dieser Sutur bleibt indeß bei allen Thierclassen eine deutliche Spur übrig, und dieß sind die Fenster des Labyrinths. Wenn diese Behauptung richtig ist, so muß natürlich jene Spalte in das ovale Fenster selbst und durch dasselbe laufen, und davon geben sogleich Beweise die Schädel mehrerer größerer Amphibien, vor allen der der Riesenschildkröte. Die Spalte, welche hier vorderes und hinteres Felsenbein von einander trennt, endet von unten und oben mitten im eiförmigen Fenster ****); eben so ist es bei'm jungen Frosch, wie es auch in der Abbildung von Bojanus gezeichnet ist (Isis, 1821. H. 12.), ebenso an der Eidechse. Dasselbe scheint der Fall bei'm Crocodil zu seyn, wenn ich nach Scarpa's Zeichnungen urtheilen darf (a. O. tab. 5. Fig. 3 b. etc.), wo eine Sutur vom obern Theil des eiförmigen Fensters nach oben läuft, wie bei der Schildkröte. Da aber diese Spalte ebenfalls schon wohl bei allen Grätenfischen vollkommen da ist, so hat also auch diese Classe eine unvollkommene Andeutung dieser Labyrinthöffnung, die aber, z. E. bei Cyprinus, Ophidium barbatum, Esox belone u. a. durch Zusammenlegung der glatten Knochenränder fest verschlossen ist. Stößt man hier in den Schädel ein, so kömmt man in das häutige Labyrinth. Bei'm Zander ist diese Stelle eine dreieckige Spalte und mit einem dünnen Knorpel überzogen und das Loch für den herumschweifenden Nerven viel weiter zurückgedrängt, als bei'm Karpfen. Bei Scorpaena scrofa ist die Stelle noch knöchern, aber dünner und biegsamer, als die übrigen. Ich habe endlich selbst einen Fisch gefunden, wo sogar ein vollkommenes eiförmiges Fenster vorhanden ist, und an derselben Stelle, wo es in den Amphi-

*) Isis, 1818. S. 502. Taf 7. Fig. 1, 6.

**) Isis, 1819. G. 9. S. 1536. Taf. 18. Fig. 18. 19. p.

***) Isis, 1823. H. 9. S. 417.

****) Taf. 1. Fig. 6. g. Zugleich fand ich an meinem Schädel dahinter noch ein kleineres Loch, von dem ich aber nicht mit Bestimmtheit sagen kann, ob es eine Andeutung des runden Fensters, oder nur eine Unvollkommenheit des Schädels war.

†) Blainville (a. O S 550) sagt daher falsch von den Fischen: il (le labyrinthe) n'a jamais de communication médiate ni immédiate avec l'extérieur.

bien erscheint. Im Bandfische (Cepola Taenia) liegt an dem hintern und untern Theil der Seitenfläche des Schädels jederseits eine große blasenartige Hervorragung, welche das aufgetriebene Labyrinth (vorzüglich der Schneckensack) ist, wie sich dieß übrigens mehr oder weniger noch bei manchen andern Fischen findet (z. E. Ophidium barbatum), und selbst in den Säugthieren, vorzüglich den Nagern, die Schnecke stark hervorragt. In der Mitte dieser Blase öffnet sich der Knochen, und über die Oeffnung, welche vorzüglich zum Sack führt, ist ein sehr dünnes durchsichtiges Häutchen ausgespannt, was bei strotzendem Labyrinth convex, wie die Knochenblase selbst, hervorgetrieben seyn muß. Dieses, fast zwei Linien hohe und etwas breitere, im Verhältniß zum Schädel sehr große Loch läuft nach oben in dieselbe Spalte fort, wie bei den vorhin erwähnten Amphibien das eiförmige Fenster, und ist selbst nichts anderes. Der untere und hintere Theil scheint sich bei den Vögeln und höhern Amphibien durch zwischenwachsende Knochenlamellen als ein besonderes Fenster darzustellen, führt daher in den untern Theil des Labyrinths, oder in die Schnecke und heißt nun rundes Fenster. Die sonderbare Fensterbildung am Labyrinth ist damit vollkommen erklärt und ihre Sonderbarkeit löst sich in bekannte Gestalten auf; denn sie sind nichts Anderes, als der Ueberbleibsel der Zwischenwirbelspalte am unteren Theil der Seitentheile, welche den Gehörwirbel ausmachen *). Wie schon im Karpfen das Gehörwerkzeug sich in der Zwischen-

*) Es ist demnach nicht die Stelle oben auf dem Schädel, wo sich beim Rochen das Labyrinth auf doppelte Weise öffnet und ein, mit einer Haut überzogenes Fenster, sammt einem ganz offenen, von Weber mit dem runden verglichenen, bildet, diejenige, welche den spätereu Fenstern der höheren Thiere entspricht, wie Cuvier (a. O. S. 466) meint. Allerdings liegt wohl, soviel ich aus der verwachsenen Knorpelschachtel des Rochenschädels erkennen kann, dieß Fenster auch nur in einer Zwischenwirbelspalte und ist also, dem Wesen nach, eins mit dem von mir angegebenen, aber nicht der Lage nach, da überall bei den Amphibien nicht oben auf der Höhe des Schädels, sondern an der Basis desselben die eigentliche Gehöröffnung erscheint. Sie rutscht gleichsam in ihrem Intervertebralspalt immer weiter herab bis an den Schädelgrund. Das Vestibulum verliert daher den langen Canal, mit welchem es beim Rochen und Hayen nach außen mündet, und legt sich geradezu an das eiförmige Fenster, obgleich auch hier noch zuweilen (z. E. in der Pipa, nach Blainville, S. 546) dasselbe als ein langer Canal erscheint.

Weber (S. 65) scheint ferner bei *Cobitis* die Stelle zwischen Scheitelbein und Stirnbein, die mit bloßer Haut überzogen ist, für die äußere Höröffnung zu halten; aber diese Stelle ist ja nichts als die große Fontanelle, welche hier in diesen Embryonen der Wirbelthiere, den Fischen noch offen steht, und wem ist es bis jetzt eingefallen, diese Fontanelle beim menschlichen Neugebornen für eine äußere Ohröffnung, d. h. für ein Leitungsorgan, mehr, als alle andere Theile des Schädels zu halten?

Pohl (a. O. S. 8. 43. tab. 21. 4. c.) hält das Loch und die Höhle am Gelenktheil des Hinterhaupts, welche Muskeln bedecken, für das Fenster; allein da es das Loch zum Durchgang des nerv. hypoglossus ist, so hat es keine andere Bedeutung, als die des foramen condyloideum.

Klein (de piscium auditu) wollte im Hechte zwei Gehörlöcher gefunden haben, welche an den beiden Seiten des hintern Schädels stehen und durch welche er, mittelst Einstecken von Haaren, in den Steinsack gekommen seyn will; aber, wie Geoffroy (Abhandlung von dem Gehörwerkzeug des Menschen, der Amphibien und Fische. Aus dem Frz. Lpz, 1780. S. 113) richtig bemerkt, durchbohren sie nicht den Schädel, sondern sind Schleimlöcher. Sie gehören offenbar zu der Seitenlinie dieses Fisches, welche sich bekanntlich unter Knochencanälen des Schädels fortsetzt und an vielen Orten äußerlich sich öffnet. Mit dem Labyrinth habe auch ich hier keine Communication

wirbelspalte, die durch das Hinterhaupt und den Seitentheil des ersten Halswirbels formirt wird, nach außen öffnet, so hier an zwei Wirbeln des Schädels selbst, in welche es sich zurückgezogen hat. Damit ist wieder eine neue Analogie mit dem Auge erwiesen, denn wie dieses zwischen zwei Wirbeln in der Orbita liegt, so hier das Gehörwerkzeug, dem das Felsenbein seine Höhle und die beiden Fenster die Hornhaut sind, welche hier nur mehr fontanellartig erscheint.

§. 18.

Hieran schließt sich die Betrachtung zweier anderer Oeffnungen, die am innern Theil des knöchernen Labyrinths erscheinen, der Aquäducten. Wie diese schon, bloß oberflächlich angesehen, innere Analoga der Fenster sind, die sich, gleich ihnen, in die zwei Haupttheile des häutigen Labyrinths, in Schnecke und Vorhof theilen, so scheinen sie auch dieselbe Entwickelungsweise zu haben. Sie sind nämlich nichts Anderes, als Ueberbleibsel der Theilungslinie der beiden Felsenbeinstücke an der innern Seite derselben. Anfangs liegen bekanntlich alle Theile des Labyrinths, vorzüglich Vorhof und ein Theil der Bogengänge, ganz frei im Schädel (Cyprinus und mehrere andere), aber schon in Salmo, Trigla, Pleuronectes u. s. w. ist es fast ganz durch eine häutige Scheidewand von der Gehirnhöhle getrennt, bei Squalus und Raja wird diese knorplig und in den Amphibien endlich knöchern. So wird das Labyrinth, was anfangs das Gehirn berührt, vollkommen von ihm getrennt und der Fels auch innen vollendet. Die Knochen aber, welche hier entstehen, sind bloße Nachbilder der von außen das Labyrinth umschließenden Stücke, haben daher an derselben Stelle Suturen, wo jene, vorzüglich in der Mittellinie, der Sutur der zwei äußeren Felsenbeine gegenüber. Ich finde außerdem an den herrlichen Zeichnungen von Bojanus's Schildkrötenwerk (de Testudine europaea Fig. 28. A. B. unter C.) ein kleines Loch angegeben, was mit jenem Mittelspalt zusammenhängt und mir die erste Spur einer knöchernen Wasserleitung zu seyn scheint, obgleich von Bojanus dieses Lochs nicht Erwähnung geschieht. Auch die Lage und der Ursprung der Wasserleitungen sprechen für diese Deutung. Die des Vorhofs entspringt von der Grube desselben, welche durch die Vereinigung der zwei Bogengänge gebildet wird (fovea sulciformis), deren Stelle aber bei'm Karpfen, Hecht u. s. w. gerade an der äußeren Theilungslinie liegt, so daß, wenn dieser gegenüber eine ähnliche innere

---

derselben, wie es sich bei'm Rochen findet, entdecken können. Doch verdient allerdings die Sache bei anderen Fischen eine schärfere Untersuchung, indem gewiß noch mehr Fische gefunden werden werden, wo noch ein Ueberbleibsel jener Rochenverbindung vorhanden ist. Die Lamprete verdiente, wegen ihrer bedeutenden Stigmata hinter den Augen, in dieser Hinsicht näher untersucht zu werden, was ich leider jetzt nicht habe selbst thun können.

Aber auch Geoffroy (a. O. S. 92) hat den rechten Fleck nicht getroffen, obgleich er ihm schon näher liegt. Er will an den Seitentheilen des Schädels, da, wo die Kiemen angeheftet sind, in allen Fischen (Aal, Karpfen, Hecht, Schollen, Barsch u s w.) ein kleines Loch gefunden haben, was mit einer Knochenhaut überdeckt sey. Weber (S. 25) vermuthet mit Recht, daß Geoffroy bei'm Durchschneiden der Membran, welche diesen Ort bedeckt, den nervus facialis zugleich verletzt habe und dann das Loch, wodurch er aus der Gehirnhöhle herausgeht, für das eiförmige Fenster angesehen habe. Ich habe in mehreren der, von ihm angegebenen Fische eben so wenig als Weber eine Spur davon finden können; doch liegt das foram. pro nervo faciali bei'm Karpfen dicht hinter dem eigentlichen Gehörspalt.

Spalte am Felsenbein entsteht, die Ausfackung des Vorhofs, die Wasserleitung durch sie treten muß. Ziemlich an demselben Orte hört bei'm Karpfen auch das Knochenblatt auf, was den Steinsack von der Gehirnbasis trennt, und die Schnecke hat ihren Anfang ebenfalls hier, so daß, da die Wasserleitung der Schnecke im Anfang der Paukentreppe dicht vor dem runden Fenster liegt, auch diese Ausfackung des zweiten Theils des Ohrsacks in jene Zwischenwirbelspalte treffen muß. Daher mag es auch kommen, daß beide Wasserleitungen häufig spaltenförmige Oeffnungen sind (Mensch, Pferd, Elephant) *). Es entwickeln sich auch deßhalb wahrscheinlich erst später zwei solche Oeffnungen, sowie sich das eine Fenster der Fische und Amphibien erst später in ein rundes und ein eiförmiges trennt. Was die Fenster den äußern Theilen und Knochenblättern des Labyrinths, das sind die Aquäducten den innern. Jeder gehört einem Hauptheil desselben an, einer dem Vorhof und entspricht also dem eiförmigen Fenster, der andre der Schnecke und wiederholt daher das runde. Ueber ihre anderweitige Bedeutung habe ich aber schon gesprochen (§. 12.) Daß sie, wie es in der Vogelclasse der Fall zu seyn scheint, sich verschließen können, ist ebenso natürlich, als daß die, bei allen Fischen schon durch eine Intervertebralspalte angedeuteten Fenster, dennoch häufig verschlossen sind.

Nicht verschieden davon scheinen, der Bedeutung nach, die Gänge für die verschiedenen Hörnerven zu seyn. Auch sie dringen wahrscheinlich ursprünglich durch jene Zwischenwirbelspalte, die innerlich als Aquäducten, äußerlich als Fenster übrig bleibt. So liegt bei'm Karpfen das Ausgangsloch des Gesichtsnerven jener Spalte sehr nah und gehört daher wahrscheinlich mehr hieher, als in die Intervertebralspalte des herumschweifenden Nerven. Dazwischen wachsende Knochenlamellen trennen sie von den Fenstern, wie das eiförmige Fenster vom runden, und so beruhte die spätere scheinbare Verschiedenheit und Regellosigkeit der Bildung auf Einem und demselben Typus. Innerlich treten bei den Fischen ziemlich an derselben Stelle die Nerven an das Labyrinth, wo äußerlich die Fissur ist, obgleich bei der Schildkröte (Bojanus, Tab. 28. A. T. V.) die Gehörnerven schon eigene Löcher besitzen.

Anhänge des Gehörorgans.

1. Mittlerer Theil des Ohres.

a. Paukenhöhle.

§. 19.

Ist das, was ich bis jetzt geschlossen und beobachtet habe, wahr, so ist es leicht, die Bedeutung der Paukenhöhle aufzufinden, sowie aller übrigen, in ihrer Gegend vorkommenden Theile. Besonders giebt hierüber Aufschluß die Lage und Bedeutung der Fenster und die Vergleichung der, in den Amphibien verschwundenen, in den Fischen aber noch vorhandenen Theile, und umgekehrt. In den Fischen ist schon ziemlich dieselbe Bildung dieser Gegend des Ohres vorhanden, wie in den Amphibien, wenigstens ist der Entwurf schon von der Natur gemacht, aber alles in einem größern Maaßstab gebaut und der Vegetation

*) Bei'm Delphin fand ich sie besonders groß und rund, wie Cuvier. Comparetti will sie auch bei den Vögeln gefunden haben; nach Cotunni fehlen sie aber und auch ich habe an dem überhaupt verwachsenen Vogelschädel keine Spur davon entdecken können.

noch unterthänig. Der Bandfisch ist es, der mir von allen am deutlichsten das ganze Bild des Ohres auch hier gegeben hat. Das ovale Fenster, was ich vorhin betrachtet, liegt hier, wie bei den Schildkröten, ziemlich am Grund des Schädels, sieht folglich in die Kiemenhöhle herein und diese ist es, welche in den Amphibien zur Paukenhöhle wird. Die Paukenhöhle ist also hier nicht, wie Meckel *) annimmt, nach außen verschlossen, sondern, wie wir es früher am Labyrinth ebenfalls gesehen haben, gerade offner, als späterhin, indem der äußerlich weit geöffnete Kiemenspalt sich erst in der Amphibienclasse schließt. Sie fehlt also keinem Fisch, ist nur dem Wasserelement und dem Athempreceß noch bestimmt, und darum fehlt scheinbar bei den Lurchen eine Kiemenhöhle und bloß deßhalb ist eine Paukenhöhle nur da, wo jene verschwunden ist. Weder am Axolotl, noch am Proteus und Siren**), noch endlich allen Salamander- und Froschlarven, ist eine Spur davon und kann nicht seyn, weil die Paukenhöhle nur eine luftig gewordene Kiemenhöhle ist. Wir bemerken häufig im Thierreich, daß die Wasserrespiration zur Luftathmung sich steigert, wie dieß z. E. am Kiemensack der Schneckenordnung vorkömmt, wo analoge Organe in verschiedenen Thieren bald Wasser, bald, und zwar in den höhern, Luft athmen. Gerade so geschieht es mit den äußeren Theilen des Ohrs, sie treten von einer Wasserathmung zur Luftingestion über und im Vogel wird daher dasselbe Organ, was bei'm Fisch den Kiemengefäßen Sauerstoff zuführte, Athmungsorgan des Schädels, indem bekanntlich, mittelst der Eustachischen Trompete, die geathmete Luft durch die Zellen der Trommelhöhle zu allen übrigen Theilen des Schädels vertheilt wird und hier eine theilweise Athmung wohl ohne Zweifel befördert. Die Eustachische Trompete ist daher der röhrenförmige Ueberbleibsel der früher weiten innern Kiemenöffnung, wovon schon bei den Lampreten, Neunaugen und Myxine glutinosa der Anfang gemacht ist, und sowie früher Wasser, so wird bei den Luftwirbelthieren Luft durch sie in die Paukenhöhle geführt ***), bei den meisten derselben weniger eine Hülfe der Oxydation der Säfte, als zur ideellen Ohrthätigkeit. Die Paukenhöhle verhält sich ganz ähnlich dem Labyrinth, welches bei den Wirbellosen vielleicht noch als Vertheilungsorgan der Luft, als Athemorgan dient. Zwischen beiden ist nur der allgemeine Unterschied von Haut und Darm, das Labyrinth ist ein Hautproduct, die Paukenhöhle und Eustachische Röhre eine Fortsetzung des Darmcanals, und wie bei den Insecten von der Haut aus durch unzählige Luftröhren die Luft in alle Organe sich ergießt, so geht dagegen bei den Vögeln, dieser höhern Wiederholung jener Thierclasse, dasselbe Element nach allen Theilen des Körpers durch das Darmluftorgan, die Lunge und so auch nach dem Schädel durch eine Ausfaltung des oberen Darmcanals, die Eustachische Trompete. Sie athmet daher zum Theil noch bei'm Menschen, bei jedem Schlucken spüren wir, daß eine Veränderung in der Paukenhöhle vorgeht, wahrscheinlich eine Folge von Luftzufuhr, denn das Trommelfell knistert fast ebenso, als wenn man bei ver-

*) Meckel, menschliche Anat. Th. IV. S. 54.

**) *Humboldt*, Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée, p. 102. (*Cuvier*, description de la Sirène etc.) Il n'y a point d'apparence d'oreille externe.

***) Carus (Zootomie, §. 478. S. 372—373.) bemerkt schon, daß die Eustachische Röhre eine ursprüngliche Wiederholung der innern Athmungsöffnung sey, daß sich früher hier Kiemen vorfinden ꝛc. Aber sie ist nicht allein Wiederholung, sondern nichts, als ein Ueberbleibsel davon.

schlossenem Mund und Nase Luft in die Eustachische Trompete treibt, und bei'm Gähnen ist dieß noch auffallender. In welcher Richtung und durch welche Wege bei den Fischen der Schall das Labyrinth treffe, ist aus dieser Metamorphose ebenfalls ziemlich klar. Nicht durch die Kopfknochen von oben, durch obere Fontanellen scheint die Fortpflanzung zu geschehen, sondern wahrscheinlich auch hier schon durch denselben Apparat, welcher später dieselbe Function hat, die Kiemenhöhle. Sie ist die Concentrationshöhle des Schalls, wie sie es bei den höhern Thierclassen ist. Daß die Wasserathmung durch diese Theile die Deutlichkeit des Hörens verringern müsse, ist von selbst klar, da wir ohnedieß auch an unserem eigenen Körper bemerken, daß mit Einführung von Luft in die Paukenhöhle bei'm Gähnen, oder bei'm Hereindrücken derselben durch Anstrengung der Lungen ein Brausen oder Zischen entsteht, was eine klare Empfindung des Schalls verhindert. Versuche an Fischen über ihre etwanigen Hörbewegungen mit dem Kiemendeckel ꝛc. müssen über diesen Punct entscheiden. Bei den Haien und Rochen, wo ohnedieß die Kiemenbögen weiter nach hinten gerückt sind, mag wohl ihr Ohrstigma auf dem Schädel diesen Dienst zum Theil versehen.

Die Zweifel über diese Metamorphose von Kiemenhöhle in Paukenhöhle werden ganz gehoben durch Betrachtung der Amphibienumbildung vom Larvenzustand bis zum vollkommenen Thier. Ich habe diese Verwandlung theils an Froschlarven, theils an denen vom Wasser- und Erdsalamander beobachtet und Folgendes gefunden. Die sieben bis acht vorstehenden Kiemenästchen jedes Kiemenstammes, welche kolbig, wie die Finger der Frösche, enden, ziehen sich bekanntlich ein bis zwei Wochen nach dem Auskriechen durch den anfangs sehr großen Kiemenspalt zurück. Mit dieser Zurückziehung ist dreierlei verbunden: 1) Kleinerwerden dieser braunen Kiemen. Ihre braunschwarze Farbe, wodurch sie mit dem übrigen Körper übereinkommen, wird nach und nach, wie der ganze Körper, heller, ihre finger- oder extremitätenartige, gefiederte Form nimmt desgleichen ab, die einzelnen Seitenästchen des Stammes schrumpfen zusammen und bald sieht man den ganzen Stamm bloß noch als wenige kleine braune, kolbige Zotten unter dem Mikroskop am obern Theile ihres Kiemenbogens hängen, so daß die des hintersten Kiemenbogens, wie auch schon in ihrem blühendsten Zustand mit Kiemenbögen und Kiemenfasern der Fall ist, die kleinsten und jetzt kaum sichtbar sind. In dem Verhältniß, als diese ursprünglich nach außen hängenden Kiemenzweige an Entwickelung abnehmen, nehmen die des übrigen Kiemenbogens zu. Diese letzten haben nicht die braune schwarze Farbe der hervorhängenden Aeste, sondern sind durchsichtig farblos, wie Darmzotten, und bekommen erst mit dem Rothwerden des Bluts ein fleischfarbenes Aussehen. Endlich scheint die braunschwarze Stelle ganz zu verschwinden und Alles sich in eine Fleischfarbe zu verwandeln, welche aber etwas heller ist, als die Farbe der Fischkiemen. Die Kiemenfasern sind nun nicht mehr kolbig, obgleich auch nicht spitzig geendet, haben mehr eine konische Form und ähneln darin den Fischkiemen. 2) Der Kiemenspalt verschwindet. Er wächst nach und nach von unten nach oben und auch von oben nach unten zu, und zwar geschieht dieß, wie bekannt, auf der rechten Seite früher, als auf der linken, wo noch lange nachher das Wasser ausgestoßen wird und eine runde Röhre dazu übrig bleibt. Bei'm Zurückziehen der Kiemen bemerkt man dasselbe, die der rechten Seite verschwinden weit früher äußerlich, als die der linken, wo sie noch ziemlich weit hervorhängen, während rechts das Kiemenloch schon geschlossen ist. Diese Kiemenhaut, welche hinten mit der Halshaut ganz verschlossen ist, bleibt als eine convexe durchsichtige Stelle von dreieckiger Gestalt übrig

und durch sie sieht man noch einige Zeit die Kiemenbögen sich lebhaft bewegen. 3) Die innere Kiemenöffnung ist anfangs eine große Nische der Haut der hintern Mundhöhle und ihre Wand bilden die bogenförmigen Kiemenrippen, nach und nach wird die Oeffnung mehr vom Mund selbst abgetrennt, kleiner, später röhrenartig und bleibt endlich als die Eustachische Trompete übrig, die daher um so größer ist, je früher man sie untersucht, übrigens auch noch im erwachsenen Thier eine verhältnißmäßig bedeutende Weite zeigt (s. darüber Taf. II. Fig. 2. 3. und 4.).

Die Paukenhöhle ist also nichts Anderes, als das Ende der Eustachischen Trompete, wie der Dottersack das Ende des röhrenförmig gewordenen Nabelblasengangs, oder das Herz die Erweiterung der untern Hohlader ist. Daher kömmt es, daß, wie diese Canalbildungen nach dem nothwendigen Gang ihrer Entwickelung um so weiter sind, je näher sie ihrer ersten Bildungsepoche stehen, auch die Eustachische Trompete gerade in den Amphibien am allerweitesten gefunden wird. So ist es bekanntlich in den Blindschleichen, Kröten, Fröschen, während sie schon in der Vogelclasse verhältnißmäßig weit enger ist. Ihre Weite steht aber im umgekehrten Verhältniß zu ihrer Länge, was ihre Entwickelung nothwendig fordert, gleich der des Nabelstranges. Wie dieser anfangs nicht existirt und nur seine Existenz erst erhält durch Verwelken der Darmblase und Allantois, so entwickelt sich auch jene Ohrröhre erst mit Zusammenschrumpfen der Kiemenhöhle, und da sie diese selbst ist, so nimmt auch ihre Länge und Enge zu in geradem Verhältniß mit dem Abnehmen ihrer Weite. Ja man muß nach ihrer Entwickelungsweise schließen, daß selbst die Paukenhöhle um so kleiner wird, je länger die Eustachische Trompete, da diese eigentlich nur ihr vorderer Theil ist, der noch knorplig oder häutig geblieben ist. Ich habe indeß über diesen Punct keine vergleichenden Messungen anstellen können und überlasse daher die Entscheidung der Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieses Schlusses erfahrneren Naturforschern. Es erklärt sich ferner daraus der von Scarpa *) aufgestellte Satz, daß, wo Paukenhöhle, auch Eustachische Trompete sich finde, da ja beide nur Ein Ganzes ausmachen. Es kommen daher unter den Amphibien gewiß sehr selten Thiere vor, wo eine Paukenhöhle da ist und keine Oeffnung ihres vordern Theiles, der Eustachischen Röhre, in den Schlund sich zeigt, wenn auch die Möglichkeit einer Verwachsung der Schlundöffnung bei Verwachsung einer Paukenhöhle a priori nicht geläugnet werden kann, da eben so gut diese sich verschließen kann, wie die Paukenhöhle, wovon später die Rede seyn wird, stets nach außen verwächst **). Bei den Eidechsen, Fröschen, Kröten, Schildkröten hat man beides gefunden, ja selbst bei den Schlangen ***) will Blainville eine Rachenverbindung bemerkt haben. Bei'm Salamander kann man keine Spur einer Eustachischen Röhre, aber auch kaum die einer Paukenhöhle entdecken. Ebenso ist es bei der Feuerkröte, welche den Uebergang der Kröten zu dem Erdsalamander zu machen scheint. Ich konnte bei ihr kaum im Schlund ein kleines Grübchen als Ueberbleibsel der verwachsenen Kiemenröhre bemerken, was aber nicht zu den salamanderartig veränderten Gehörknochen führte, sondern blind war; jedoch kann man hier eben auch nicht viel von einer

*) a. O. S. 53. Note k.

**) Auch finde ich bei Blainville angeführt (a. O. S. 548), daß bei der Pipa die Eustachische Trompete sich nicht in die Kehle öffne, sondern einen Blindsack in dieser Gegend bilde.

***) a. O. p. 544. On y voit encore la communication pharyngienne.

Paukenhöhle bemerken, da Muskeln der Gehörknochen den ganzen Raum auszufüllen scheinen. Daß übrigens Eustachische Röhrenverbindung und Paukenhöhle in allen Amphibien, wenigstens in ihrem Fötuszustand, da seyn muß, ergiebt sich von selbst aus ihrer Entwickelung. Wo man bis jetzt in Amphibienlarven keine Kiemenbildung gefunden hat, wird man sie noch finden; denn solche allgemeine und wichtige Werkzeuge können nicht fehlen, ohne daß eine ganz andre Bildungsweise des übrigen Körpers erfordert würde, die doch (z. E. in den Schlangen) nicht da ist, und selbst da, wo dieß der Fall wäre, möchten Ueberbleibsel von ihnen sich zeigen, da die Natur, auch ohne Nutzen zu berücksichtigen, sich in Wiederholung ihrer schon gezeugten, alten Gestalten gefällt, die sie immer wiederhervorbringt, um den Faden der Metamorphose nicht fallen zu lassen.

§. 20.

Wenn aber die Eustachische Röhre nur eine verknorpelte Pharyngialhaut und die Paukenhöhle ihre Endblase ist, so wird man auch schließen können, daß der Paukenknochen selbst durch Verknöcherung derselben entsteht. Er scheint mir daher kein besonderer Knochen zu seyn, wenn man ihn vom Paukenring selbst trennen will, von welchem letzten ich weiter unten die Bedeutung angeben werde. Von einer Pauke ist daher in den Amphibien noch keine Spur, indem hier Alles noch häutig sich findet, was erst in den Vögeln verknöchert. Bei den Fröschen, Kröten, Eidechsen ist noch der ganze hintere und untere Theil der Paukenhöhle häutig, bei den Vögeln springt das Hinterhauptsbein zu ihrer Bildung hervor und erst in den Säugethieren scheint der eigentliche Paukenknochen aufzutreten. Den Quadratknochen kann man nicht dafür halten *), da dieser, wie Bojanus **) dargethan hat, sich in das Schuppenbein umwan-

*) Wie Blainville (a. O. S. 525—526) noch thut, der vom Paukenknochen (caisse) sagt: Cependant cet os, qui est rendu à l'appendice de la mâchoire inférieure dans ses usages principaux, forme encore la partie antérieure de la cavité; ferner (p. 539) bei den Amphibien: les os, que nous avons vu la former dans les mammifères étant comme dans les oiseaux employés à un autre usage.

**) Isis, H. 12. 1821, was auch Oken jetzt angenommen (Isis, 1823. H. 9. Litt. Anz. S. 411). Doch trennt der letzte wohl mit Unrecht die sogenannten Quadratbeine der verschiedenen Thierclassen von einander und betrachtet sie als bei'm einzelnen Thier vor einander liegende Stücke, wovon er das hinterste, oder den Quadratknochen der Fische als Vorbild des Warzenbeins ansieht, den mittlern, oder den der Lurche, sich in den Paukenring und Pauke umwandeln läßt, und endlich den vordersten oder das Quadratbein der Vögel für den Gelenkfortsatz der Schuppe, oder das sogenannte Fischjochbein erklärt, so daß also alle drei bei'm Säugethier sich dicht an den Schädel legten. Ich kann alle diese drei Stücke nur für ein und dasselbe Quadratbein halten, wie auch die bisherigen Deuter der Schädelstücke es gethan. Der Kiemendeckel hat durchaus nicht denselben Werth, wie der Quadratknochen, dieser ist, sammt dem Zungenbeinhorn, wie ich oben gezeigt, eine Rippe, die meisten oder alle Kiemendeckelstücke hingegen bloß seitliche Ausstrahlungen, oder Seitengräten. In den Knorpelfischen sind diese letzten Theile häufig verschwunden (Rochen), wie an den Rippen der höhern Thiere die Seitengräten fehlen, und bloß der Hauptheil, der Quadratknochen, ist noch, sammt dem Griffelfortsatz, geblieben; damit ist der Amphibienbau fertig, wo auch keine Spur von Kiemenstrahlen sich findet, ebenso wenig, als die einzelnen Stücke des Kiemendeckels. Alles fließt in eine Haut zusammen und aus ihr entwickelt sich, wie wir unten sehen werden, Paukenfell und sein Ring, sowie wahrscheinlich auch Pauke selbst. Wenn der Quadratknochen der Amphibien derselbe Knochen ist, als der der Fische, so kann nicht anders das Quadratbein Vögel ihm entsprechen, da das Trommelfell hier dieselbe Lage an die-

bell, dessen Gelenktheil zuletzt alle Schuppenbildung verliert und, sich vom Schädel ablösend, als Quadratbein frei daran hängt. Bei der braunen Eidechse geht vom inneren Rand des Quadratbeins eine sehnige Haut nach innen, die sich an den Schädel befestigt, diese halte ich für den Anfang des knöchernen Tympanicums, und man kann diese ihre Bedeutung dann leicht verkennen, wenn man, wie gewöhnlich geschieht, den Schädel ohne seine weichen Theile untersucht, nicht bedenkt, daß auch dieser anfangs häutig war, und folglich alle Knochen der höhern Thiere in knöchernen Theilen der niederen Classen wiederzufinden glaubt. Jene Haut ist aber, ihrer Bedeutung nach, innere Kiemenhöhlenhaut, und so hat die Pauke dieselbe Bedeutung. Die Verknöcherung derselben mag indeß wohl vom Paukenring anfangen, und man kann daher ihn als den Urknochen derselben ansehen. Die Pauke würde danach von außen nach innen sich entwickeln und endlich an die Schädelbasis anlegen und damit, wie bei'm Vogel, verwachsen. Bei'm Vogel, wo man früher, bis auf Bojanus's Berichtigung, meinte, die Eustachische Trompete laufe durch den Körper des Keilbeins, wird man fast zu der Meinung verleitet, die Pauke sey ein Theil des Schädels und bilde sich von innen nach außen ungefähr so, wie der Querfortsatz des zweiten Halswirbels bei Cobitis auch blasenförmig wird und die Schwimmblase umfaßt. Ich bezweifle aber dennoch sehr, daß sich eine solche Metamorphose vom Schädel aus in den Amphibien und Vögeln findet. Noch weniger gehört aber die Pauke ursprünglich zu einem Seitentheil oder Bogen eines Wirbels, wofür früher Oken und Bojanus sie ansahen, welche glaubten *), daß sie bei den Fischen von einem Knochen gebildet würde, welcher zum Schädel gehört und wodurch der nerv. inframaxillaris läuft (Isis, J. 1818. Taf. 7. Fig. I. 6.), der aber, wie wir früher gesehen, richtiger als vorderes Felsenbein bestimmt wird.

b. Gehörknochen.

§. 21.

Da, nach dem Bisherigen, die Paukenhöhle, sammt Eustachischer Trompete, ihre Bedeutung und ersten Ursprung in der Kiemenhöhle der Fische und Amphibien findet, so folgt von selbst, daß die, in ihr enthaltenen, knöchernen Theile nur Kiemenbögen seyn können, und dieß sind die Gehörknöchelchen.

Ueber den Ursprung dieser merkwürdigen Knochentheile des Ohrs sind sehr viele verschiedene Behauptungen von den Naturforschern aufgestellt worden, so daß fast kein Knochen am Schädel der Fische in der Labyrinthsgegend ist, welcher nicht für ein Vorbild derselben gehalten worden wäre. Zuerst behauptete Oken (Naturphilosophie, Bd. III. §. 2305.), sie seyen Wiederholungen von Gliedern. Später glaubten Geoffroy (Isis, J. 1820. Beilage 20. S. 153.) und Spix (Cephalogenesis.), den Kiemendeckel als ihr Urbild entdeckt zu haben. Carus (Zootomie, S. 266. §. 373. 223.) wollte im Quadratknochen den Anfang des Amboßes gefunden haben, von welcher Meinung er aber wohl jetzt selbst abge-

sem Knochen hat, wie bei Schildkröten und Eidechsen. Sie können sich alle drei also, da sie ein und dasselbe Bein darstellen, auch nur in Einen Knochen bei den Säugethieren verwandeln, was ohne Zweifel das Schuppenbein ist. O. läßt das der Fische sich in das Warzenbein metamorphosiren, über dessen Bedeutung ich mich oben schon erklärt habe.

*) Isis, J. 1819. S. 1540. J. 1821. S. 1158.

gangen ist. Noch später fand Weber (de auditu animalium. 1821. p. 56) bei'm Karpfengeschlecht und einigen andern Fischen bewegliche Anhängsel an den ersten Halswirbeln, welche er für Vorbilder der Gehörknochen hielt und sie mit demselben Namen benannte; aber wie ich an einem andern Ort genau bewiesen (Isis, 1822. H. 8.), sind sie nichts anders, als Wirbelstücke, und wenn auch dieses nicht gegen die Möglichkeit ihrer Umwandlung in Gehörtheile spricht, da allerdings die höhern sensitiven Organe nur verwandelte niedere sind, so ist schon ihre Lage, die oben angegebene Lage des eiförmigen Fensters und mehreres Andere gegen diese Meinung. Rudolphi (Grundriß der Physiologie, Bd. II. Abth. 1. S. 138. Anm. 2.) findet zwar meine Deutung der Weberschen Gehörknochen sehr gezwungen, darauf kann ich aber nichts erwiedern, als ihn bitten, die Sache, um vom Gegentheil sich zu überzeugen, genauer zu untersuchen. In den meisten Fischen haben diese Knochen noch nicht die eigenthümliche Metamorphose erlitten, wie im Karpfen und Schlammpeitzger, und sie dort für eigene, überzählige Knochen zu halten, wird selbst Rudolphi nicht in den Sinn kommen, da sie, auch der Function nach, bloße Theile des Rumpfskelets sind. Daß sie bei'm Karpfen vielleicht zum Gehör beitragen könnten, will ich nicht geradezu abläugnen, habe es auch nicht in meinem früheren Aufsatz gethan, obgleich dieß allerdings ebenfalls höchst unwahrscheinlich ist; denn vielen andern Fischen, welchen sie mangeln (Forelle, Aal u. s. w.), müßte in diesem Fall die Natur einen andern Apparat als Ersatz gegeben haben, oder die Hörfähigkeit müßte in jenen und diesen Fischen quantitativ verschieden gefunden werden; allein weder für das Eine, noch für das Andere hat man anatomische oder physiologische Beweise. Das Einzige, was dafür spricht, ist ihre große Elasticität und Beweglichkeit, ihre Verbindung mit dem äußeren Gehörbläschen und der Consensus zwischen Lunge (Schwimmblase, der sie angeheftet sind) und Gehörorgan. Doch reicht dieß nicht hin, es muß erst die Zusammenziehungsfähigkeit der Schwimmblase des Karpfen durch Versuche dargethan seyn, da man diese gerade hier nie im zusammengefallenen Zustand, sondern stets expandirt und strotzend findet, da es ferner noch zweifelhaft ist, ob die langen, bis an das Ende derselben sich windenden, festen Streifen wirklich Muskeln, oder nicht vielmehr Anfänge von Knorpelringen, wie in den Schlangenlungen vorkommen, sind, und endlich muß durch Verletzung der erwähnten Gehörknochen ihr Einfluß auf das Gehör dargethan werden. Bis dahin muß ich auch dieß für unwahrscheinlich halten, da die Natur fast überall die spätere höhere Thätigkeit den Organen zukommen läßt, welche, wenn sie gleich noch einer andern unterworfen sind, wenigstens später sich anatomisch deutlich in die Träger derselben umwandeln, was nicht mit jenen Karpfenstückchen geschieht. Sie aber vollends für neue Theile zu halten, bloß weil sie noch zu einer andern Function in Beziehung stehen, während sie doch nur Metamorphosen alter Theile sind, scheint mir für eine wissenschaftliche Anatomie vergeblich, ja verderblich, indem diese Zersplitterungen gerade ein Uebergang zur Empirie sind. Ich muß daher die Resultate meiner früheren Untersuchungen wiederholen: 1) Steigbügel (und Claustrum) W. sind untere Theile des Dornfortsatzes des ersten Halswirbels.; 2) sein Amboß, wahrscheinlich eine Seitengräte; 3) sein Hammer, eine Rippe des zweiten Wirbels.

J. Fr. Meckel (menschliche Anatomie, Bd. IV. S. 47.) scheint ähnliche Theile als Geoffroy für das Urbild der Gehörknochen zu halten, obgleich er sich nicht bestimmt darüber erklärt, und bloß bei Gelegenheit des, von ihm entdeckten, merkwürdigen Knorpelfortsatzes des Hammers bei'm Säugethier- und Menschenfötus, von welchem weiter unten noch weitläuftiger geredet werden wird, bemerkt, daß dieser ei-

nem Knorpelstück entspreche, welches bei den Fischen, Amphibien und Vögeln vom hinteren Unterkieferstück in das vordere dringt und in der Höhlung des Unterkiefers nach vorn läuft. Dieser lange Knorpelstiel setzt sich bei der Forelle und anderen in der Nähe des Quadratknochens und Kiemendeckels an, welche also wahrscheinlich ihm die übrigen eigentlichen Gehörknöchelchen repräsentiren.

Oken endlich hat dieselbe Meinung von Geoffroy neuerlich auch angenommen und genauer entwickelt (Esquisse, p. 44. Isis, 1823. Heft 9. Literar. Anzeiger, S. 416.) Nach ihm verwandelt sich der Zwischendeckel (Isis, a. O. Fig. 4. i. p. Gadus) in den Hammer, der Unterdeckel (5) in den Amboß und das eigentliche Deckelstück (o p) in den Steigbügel. Nach seiner Meinung wanderte also der Kiemendeckel (Steigbügel) an der äußern Seite des Schädels herab an das eiförmige Fenster, und es stimmt wohl damit überein, daß die Columella der Schlangen sich an den Quadratknochen, gleich einem Kiemendeckel, anlegt. Diese Wanderung ist aber theils bei'm Uebergang vom Fisch zu Lurch nicht nachzuweisen, theils aber, wegen der verhältnißmäßigen großen Entfernung, unwahrscheinlich, indem der Kiemendeckel an der obern Gränze des Schädels, das eiförmige Fenster aber an der Basis desselben sich befindet, wie Cepola Taenia und die Schildkröten am klarsten darthun. Quadratknochen und Kiemendeckel hätten dann gerade eine umgekehrte Wanderung, was wiederum unwahrscheinlich ist, der Quadratknochen zöge sich herauf als Schlafbein, der Kiemendeckel herab als Gehörknochen. Dazu kömmt noch, daß der Kiemendeckel stets ganz äußerlich, die Gehörknöchelchen aber in einer Seitenhöhle des Kopfes liegen und endlich die oben angegebene Verwandlung der Kiemenhöhle in Eustachische Trompete und Paukenhöhle, so daß, faßt man diese Bedeutung der letztgenannten Hörtheile scharf auf, schon a priori nur die Kiemenbögen dafür genommen werden können, wenn auch nicht die Beobachtung selbst in den Amphibien leicht fände, daß die Gehörknochenbildung den Zungenbeinwirbeln, also den Kiemenbögen angehörte. Diese Meinung habe ich schon früher gelegentlich bei der Kritik von Weber's Gehörknochen angedeutet (Isis, 1822 August), hier folgen die Beweise, und ich freue mich, daß Blainville in dem ersten Theile seiner vergleichenden Anatomie dasselbe ebenfalls ausspricht und vorzüglich am Axolotl deutlich zu machen sucht, sowie er ebenfalls die Bedeutung der Eustachischen Trompete erkannt hat.

Mit dem Zusammenschrumpfen der Paukenhöhle schwinden auch die, bei den Fischen so starken Kiemenbögen und werden auf die zierliche Gehörknochenkette reducirt. Daß diese Bedeutung die richtige ist, beweisen schon die Fische und vor allen am deutlichsten der Bandfisch. Die Kiemenbögen gehören bei'm größten Theil derselben den Felsenwirbeln an und sind ihre Rippen, auf welchen äußerlich flossenartige Fasern für die Athmung, innerlich ähnliche Bildungen für die Verdauung sich entwickeln, wie an den vorderen Schädelrippen Zähne, äußerlich aber die Kiemenstrahlen. Vorzüglich bei den Grätenfischen haben stets die Kiemenbögen, die vordern, wie die hintern, ihre Lage an den zwei Stücken des knöchernen Labyrinths, welche die Seitentheile seiner zwei Wirbel bilden, bald rutschen sie mehr nach vorn, bald mehr nach hinten, und bei den Haien endlich entfernen sie sich selbst bis an die Wirbelsäule. Dasselbe ist der Fall bei allen Amphibienlarven, wo sie anfangs vor dem eiförmigen Fenster liegen. Aus dieser Lage am Felsenbein ist schon auf eine innige Verbindung des Gehörorgans mit diesen seinen Rippen zu schließen, noch deutlicher ist aber der Uebergang bei Cepola Taenia, wo ich im Vorigen ein elförmiges Fenster nachgewiesen habe. Hier liegt zwar der erste Kiemenbogen mit seinem oberen Ende auch vor diesem Fen-

ster, aber ein Fortsatz desselben ziemlich dicht an ihm selbst, und von welchem ich glauben muß, daß er, wenn das Häutchen des Fensters durch das strotzende Labyrinth gespannt ist, darauf ebenso drückt, wie der Steigbügel. Die übrigen Bögen rücken weiter nach der Basis des Schädels zu und können wohl als Leiter des Schalls durch diesen Knochen, aber nicht gut durch Andrücken an das Fenster, von dem sie sich vom zweiten bis letzten im geraden Verhältniß entfernen, zur Gehörfunction beitragen. Jener Fortsatz des ersten Kiemenbogens kömmt übrigens auch bei vielen andern Fischen vor und ist wahrscheinlich nichts Anderes, als der zweite Endtheil der Rippe, wie er bei vielen Eidechsen, Proteus u. s. w. vorkömmt und später wieder als der eine Schenkel des Steigbügels auftritt. Durch diesen Fisch wäre begreiflich, wie vielleicht der Schall seinen Weg durch die Kiemenhöhle nimmt, welche, gleich einer Paukenhöhle, ihn concentrirend, in's eiförmige Fenster führt *). (Taf. 1. Fig. 5.)

Diese ersten Entwürfe des Gehörknochenmechanismus bei den Fischen werden vollendet bei den Amphibien, und den schönsten Uebergang bilden hier theils die Metamorphosen des einzelnen Thieres, theils diejenigen von ihnen, welche von den Fischen zu dieser Classe führen, die Wasseramphibien. Bei'm Wassersalamander fehlt der Steigbügel bloß scheinbar. Untersucht man sein eiförmiges Fenster, so findet man an ihm bloß den, noch bei'm Erdsalamander und anderen vorkommenden knorpligen, convexen Deckel, welcher mehr ein losgelöst'es Stück des Schädels selbst ist, als ein eigener Gehörknochen. Ursprünglich scheint er mir durchaus nicht zu diesen Theilen zu gehören, sondern stellt am Labyrinthsack das vor, was am Auge das obere Lid. Er ist elastisch, springt nach innen, wenn man ihn aufgehoben hat, und fließt oben und hinten mit dem Schädel zusammen. Aus seiner alleinigen Anwesenheit darf man nicht folgern, daß sein Stapesstiel, oder sein Schenkel fehlt, wenn er auch nicht auf jenem convexen Deckel steht. Der Steigbügelschenkel ist ursprünglich ein ganz unabhängiger Theil von dem Tritt und wächst nicht aus dem letzten hervor, sondern beide legen sich erst später zusammen. In der Larve des Wassersalamanders liegt die Columella noch neben dem eiförmigen Fenster und ist vor ihm an den Schädel angeheftet und mehr häutig, als knöchern. Ihn beschreibt Rusconi als einen Muskel, der zu den Kiemenbögen läuft **). Es ist das oberste Stück der drei Kiemenbögen, was in vielen Fischen vollkommen in drei Theile getrennt ist, bei vielen andern aber in Eins am Ende zusammenfließt. Im Wassersalamander senkt sich indeß nie dieses Ende in den vordern Theil des eiförmigen Fensters ein, hat also dieselbe Lage wie bei vielen Fischen, dieß geschieht aber in Fröschen und Kröten. Die Feuerkröte ist in dieser Hinsicht sehr merkwürdig, da sie von dem Bau der gewöhnlichen Kröte bedeutend abweicht. Wie ich oben schon angegeben, hat sie keine Eustachische Trompete, kaum eine Paukenhöhle und kein Paukenfell. Das ei-

*) Merkwürdig ist, daß schon der ältere Geoffroy (a. O. S. 92.), welcher, wie oben bemerkt, in derselben Gegend ein eiförmiges Fenster gefunden zu haben glaubte, sagt: Was noch mehr ist, so kann die Höhle der Kiefern, welche sich vorn befindet, auch dienen, die Töne zu sammeln u. s. w.

**) Descrizione anatomica delle Salamandre acquatiche p. 8: I tre archetti (die drei vordersten) di cui parliamo, non' hanno connessione alcuna con le vertebre, ma sono sostenute da vari muscoli e particolarmente da un *musculo brevissimo*, il quale dall' osso delle tempia e *dal lato esterno della fenestra ovale* va ad inserirsi, camminando alcun poco all' indietro ed all infuori, e dividendosi in *tre parti distinte* va, dico, ad inserirsi nelle *estremità posteriori* degli archetti medesimi.

förmige Fenster ist vom gewöhnlichen Knorpeldeckel bedeckt, vom vorderen Theil des Zungenbeins geht aber ein breites Knorpelstück erst nach vorn, dann wieder bogenförmig nach hinten, krümmt sich um den Quadratknochen herum, geht hier wieder nach vorn, macht dann wieder einen kleinen Bogen nach hinten und legt sich, immer dünner geworden, mit einem festen Band dicht vor und an das eiförmige Fenster, ein großer Theil der Fasern desselben inserirt sich auch auf dem Knorpeldeckel selbst. (s. Taf. 2. Fig. 5.) Außerdem geht vom Knorpelstiel, da, wo er in die Höhe des Quadratbeins gekommen ist, ein ähnliches Band nach außen, was sich an den Quadratknochen selbst befestigt, und damit ist der Uebergang theils zu den Schlangen, Proteus u. s. w. theils zu den Fröschen und übrigen Kröten gebildet. Zugleich wird dadurch streng bewiesen, daß die Gehörknochenbildung dem Zungenbein, also den Kiemenbögen angehört; denn der vordere Zungenbeinast, welcher die Kiemenstrahlen trägt, kann dieß Stück nur in seinem untern und vordern Th il darstellen, da dieses, wie ich bei Betrachtung des Quadratknochens bewiesen, nur sein unteres Rippenstück ist und sich, wie bekannt, in den Griffelfortsatz verwandelt. Auch glaube ich, wie schon bemerkt, am vordern Theil des Knorpelblatts der Feuerkröte ein sehniges Stück sich an den Quadratknochen anheften gesehen zu haben, was also das Griffelbein darstellen mag. Uebrigens ist dieser Knorpel fast ganz in Muskeln eingehüllt, die man entfernen muß, um seinen Verlauf bis zum Fenster deutlich verfolgen zu können. Auch bei den übrigen Kröten ist die Kette der Gehörknochen viel länger, als bei andern Amphibien, und nicht weniger in die umgebenden Muskeln eingehüllt. Bei'm Frosch tritt nun wirklich die Columella in die Spalte des Fensters *) und zwar natürlich am vordern Theil des Knorpeldeckels, wo sie durch Bandmasse angewachsen ist. Noch sehr deutlich ist die Trennungslinie angegeben, welche auf die Verschiedenheit der beiden Stücke hinweist, und was bei der Feuerkröte noch knorplig war, ist hier verknöchert, während der, dem Kiemenbogenstück selbst entsprechende Theil noch knorplig, am vordern Ende des Stapesstiels angewachsen, jedoch auch durch eine deutliche Trennungslinie als besonderes Stück geschieden ist. Wie ein Kiemenbogen, geht er fast senkrecht am Trommelfell herab und heftet sich mit einem breiten, platten und kolbigen Ende an dessen Mitte. Dieser Knorpeltheil hat übrigens bei'm Frosch noch einen kleinen, anfangs dickern, aber immer dünner und spitzer werdenden Fortsatz, der von seinem vorderen Rande ausgeht und sich in der Gegend der Verbindung des Quadratbeins mit dem Schädel anheftet (Processus gracillimus?). (s. Taf. 3. Fig. 5. u. 6.)

Von der andern Seite macht die Feuerkröte den Uebergang zu den Schlangen dadurch, daß jenen Knorpelstiel ein anderes Band an den Quadratknochen heftet. Löst sich oberes und unteres Stück des Knorpelbogens, so ist vollkommen der Schlangenbau der Gehörknochen fertig. Bei Proteus fand Ruscconi **) an den Seiten des Schädels ein länglich-ovales Fenster mit einem knöchernen Blättchen (dem gewöhnlichen, muschelartigen Knorpeldeckel) bedeckt. Nach Pohl ***) läuft von einem Knötchen, was am dünneren, vorderen Ende des Deckels sich befindet, ein Ligament nach einem kleinern Fortsatz des vorderen Theils des Schuppenbeins (Blainville ****) fand weder das Eine, noch das Andere), was also eben-

*) Auch Blainville führt (a. O. S. 548.) von der Pipa an, daß der Stapes in das eiförmige Fenster selbst tritt.

**) Del Proteo anguino, p. 92. 93.

***) a. O. p. 10.

****) a. O. p. 549.

falls ein Schlangenbau wäre. Dagegen will Blainville*) am Axolotl, außer der kleinen knorpligen Platte, welche das Fenster deckt, ein sehr langes und dünnes Band gefunden haben, was von jenem Deckel nach dem zweiten Kiemenbogen herabläuft und sich mit diesem zweiten Kiemenknochen verbindet, welcher bei andern den Amboß darstellt.

Den letzten Beweis führt die Metamorphose der Froschlarven. Hier wächst schon sehr früh der erste Kiemenbogen seiner ganzen Länge nach mit dem Theil zusammen, welcher später zum Quadratknochen und zum Trommelfell wird. Die Kiemenbögen rücken später weiter nach hinten, aber auch noch dann glaube ich einen Faden bemerkt zu haben, welcher vom eiförmigen Fenster zum ersten Kiemenbogen herablief; doch will ich diese Beobachtung nicht verbürgen, da ich leider in der Betrachtung der Entwickelung der Froschquappen gestört wurde, so daß ich nur in Spiritus liegende untersuchen konnte. Die Kiemenbögen liegen indeß hier, wie in den Erdsalamanderlarven, stets dicht am eiförmigen Fenster, dessen Oeffnung schon sehr früh bei vorsichtigem Suchen mit einer Nadel am Labyrinth, was als eine knopfförmige, mit kreidiger Materie gefüllte Blase, wegen seiner Durchsichtigkeit, sowohl von oben, als von unten am Schädel sichtbar ist, gefunden werden kann.

§. 22.

Bei den Vögeln entwickelt die Natur im Allgemeinen wieder ihren alten Bau, den man aber bis jetzt nicht berücksichtigt zu haben scheint. Der Vogelfötus bietet vielleicht den ursprünglichen Kiemenbau, das Herabreichen der Gehörknochen bis in die Halsgegend noch auffallender dar, jedoch habe ich hierin keine Erfahrungen und bloß im erwachsenen Vogel habe ich Folgendes gefunden. Betrachtet man äußerlich das convexe Trommelfell eines Huhns, Auerhahns, Trappen u. s. w., so wird man sogleich das knorplig sehnige Stück gewahr, welches an der hintern und obern Gränze des Trommelfells an die Paukenhöhle befestigt ist, das Fell selbst nach außen drängt und so dessen Convexität bewirkt. Von seinem Ende in der Mitte des Trommelfells, wo es in einem ziemlich rechten Winkel mit dem Knorpelstück der Columella zusammentritt, geht eine Fortsetzung von ihm, in Form eines sehr dünnen Knorpelstiels, nach vorn und unten ab, so daß das breitere hintere Stück damit einen stumpfen Winkel bildet. Schon äußerlich sieht man die Linie sehr deutlich, in der es mit dem Trommelfell durchaus verwachsen herabläuft, und ein Gefäß begleitet es vom obern Rand des breiten, amboßähnlichen Stücks bis herab an die untere Gränze des Trommelfells (gleichsam ein Kiemengefäß). Man kann auf die Vermuthung kommen, daß es nichts sey, als eine Falte des Trommelfells, welche vielleicht durch das Herausdrängen vermittelst jenes breiteren Stücks gemacht würde; untersucht man aber das Trommelfell von innen und mit einer Nadel, so wird man sich leicht überzeugen, daß es von der Trommelfellhaut verschieden und an sie nur, aber innig geheftet ist. Noch deutlicher wird dieses, wenn man die ganze unverletzte Innenseite des Paukenfells, sammt der aufgesprengten Eustachischen Trompete, betrachtet; es läuft nämlich jener Sehnen- oder Knorpelstiel noch ein Stück in die letzte herab und endigt sich ungefähr in der Mitte derselben musculös. Ohne Zweifel stellt dieser Stiel theils nur einen noch in die Eustachische Röhre, d. h. in die zusammengeschrumpfte

*) a. O. p. 549.

Kiemenröhre herabhängenden, unvollkommenen Kiemenbogen dar, theils aber auch, vorzüglich an seinem Ende, den Spanner des Trommelfells, welcher ohnedieß bei den Vögeln bis jetzt noch nicht gefunden worden. (s. Taf. 3. Fig 1. 3. 4)

Der Bau der Gehörknochen ist übrigens etwas verschieden von dem der Amphibien, wenigstens der Frösche u. s. w. Der Stapes läuft bekanntlich erst in einer langen knöchernen Röhre, ehe er in die eigentliche Trommelhöhle kömmt. In dieser Röhre geht er an dem, hinter ihm liegenden, runden Fenster vorüber, was vom eiförmigen nur durch eine dünne knöcherne Säule geschieden und größer, als dieses ist. Das zweite Stück, was des vorigen gerade Fortsetzung, aber durch eine Trennungslinie bestimmt abgesondert ist, hat einen knorplig-sehnigen Bau, legt sich an die Mitte des Trommelfells da, wo das oben beschriebene Stück in einem rechten Winkel auf dasselbe trifft, und entspricht mithin dem zweiten, vom Frosch beschriebenen, senkrechten Stück der Amphibien. Das, in seiner Länge quer an das Pankenfell befestigte, sammt dem Knorpelstiel, fehlt dem Frosch, doch scheint es bei den Eidechsen, die überhaupt unter den Amphibien den Vögeln am nächsten stehen, wiederzukehren. Wahrscheinlich entspricht es, sammt dem Knorpelstiel, nicht dem Hammer, sondern dem Amboß, welcher mit seinem hintern breiteren Fortsatz an dieselbe Stelle der Pankenhöhle häufig befestigt ist. Den Hammer bildet hier das zweite Stück, was eine gerade Fortsetzung des Steigbügels ist. Ueberhaupt scheint das Verhältniß von Hammer und Amboß sehr zu wechseln, was von der verschiedenen Verwachsung der Kiemenbögen herrührt. Man muß ferner nicht denken, daß alle Kiemenbögen zusammenschmelzen und die Kette der Gehörknochen bilden; soviel ich jetzt aus meinen Beobachtungen schließen kann, thun es bloß die zwei vorderen. Der erste bildet den Hammer, der zweite den Amboß, beide fließen aber oben zusammen in Ein Stück, den Steigbügel. Die übrigen ziehen sich nach dem Hals herab und gehen eine ähnliche Metamorphose ein, wie die zwei vorderen, worüber ich mich im zweiten Bande dieser Beiträge weiter erklären zu können hoffe. Dieses Zusammenfließen der Kiemenbögen unter einander ist nichts Ungewöhnliches. Bei'm Wassersalamander hat es Rusconi in ihrem unteren Theile genau beschrieben, die Abbildung des Axolotl von Cuvier *) zeigt alle vier Bögen mit einander am oberen Ende vereint, und auch an Fröschen scheint etwas Aehnliches vor sich zu gehen, so daß kein Zweifel ist, daß die Verwachsung in ihrem ganzen Leben liegt. Da bei den Fischen jeder Kiemenbogen aus vier Stücken besteht, zwei Bauch- und zwei Rückenstücken, so werden es vorzüglich die Rückenstücke seyn, welche als Gehörknochen übrig bleiben, während die Bauchstücke wohl größtentheils verschwinden, oder höchstens noch in jenen, in die Eustachische Röhre herabreichenden Knorpeln vorhanden sind. Diese sind nun Hammer und Amboß, beide verschmelzen nach dem Schädel zu in das einfache Stück, den Steigbügel, und bleiben nach außen und unten frei in ihren verschiedenen Fortsätzen. Was die verschiedenen Fortsätze am Hammer und Amboß bedeuten, wage ich kaum zu bestimmen, da mir eine vollkommene Reihe der Entwickelung der Gehörknochen noch mangelt. Doch haben sie wohl größtentheils die Bedeutung von Bauchenden der Kiemenbögen und stehen so in Analogie mit dem Griffelfortsatz, wo sich auch Rücken- und Bauchtheil einer Zungenbeinrippe von einander losgelöst und nach entgegengesetzten Enden zurückgezogen haben, während sie, selbst bei'm menschlichen Fötus vom vierten Monat, noch Einen Knorpelstiel darstel-

*) *Humboldt* et *Bonpland*, Voyage etc. Zoologie et Anat. comparée. Tab. XIV. Fig. 10. 14.

len, der vom Schläfebein herab bis zum Zungenbein läuft. So gilt jener Ausspruch namentlich wahrscheinlich von dem untern Fortsatz des Amboßes, sein oberer, hinterer ist dagegen entweder eine Art Hakenfortsatz einer Vogeltrippe, oder vielleicht selbst das Ende des zweiten Kiemenbogens, da er häufig, so vorzüglich noch im menschlichen Fötus, der hintern Wand der Paukenhöhle fest anhängt.

Bei Chrysochlorus capensis (Talpa aurea L.) fand Rudolphi einen, auf jeden Fall hieher gehörenden Fortsatz *). Außer dem kleinen, mit dem Paukenfell verbundenen Hammer, ist hier ein cylindrischer, oben keulenförmiger, fester Knochen vorhanden, welcher mit dem Kopf des Hammers verbunden ist und auch mit dem Amboß eingelenkt zu seyn scheint. Er fängt an der Basis dünn an, wird allmählich dikker und ragt aus der Paukenhöhle heraus in eine andere kleine Höhle, deren vorderste Erhabenheit auf jeder Seite an der hinteren Wand der Jochgrube in die Augen fällt und in welcher Höhle er ganz frei endigt. Hieher gehört ferner das Sesambein auf der Gelenkverbindung des Hammers und Amboßes bei'm Kalbe **). Der Processus gracillimus des Hammers hat ohne Zweifel dieselbe Bedeutung, und endlich ein merkwürdiger Knorpelstiel vom Hammer des Fötus, der wahrscheinlich mit seiner Bildung zusammenhängt und von Meckel ***) gefunden worden. (Taf. 2. Fig. 1.) Er ist bei'm menschlichen Fötus ein knorpliger, eine halbe Linie dicker Fortsatz des Hammers, der über dem langen Fortsatz entspringt und in einer eigenen Scheide eingeschlossen, dicht an die innere Fläche des Unterkiefers geheftet, nach vorn und unten läuft und ungefähr in der Mitte des Alveolartheils mit der innern Fläche dieses Knochens an einer kleinen Erhabenheit verwachsen ist. Meckel glaubt, daß sich diese beiden Stiele der entgegengesetztesten Seite in der Mitte des Unterkiefers in einer früheren Periode mit einander vereinigen, was ich zwar nicht gefunden habe, aber allerdings eben so wahrscheinlich ist, als es gewiß ist, daß der Griffelfortsatz in einer Fötusperiode noch den Zungenbeinwirbel erreicht. Aber nicht kann ich Meckel's Deutung desselben beistimmen, nach welcher er einem Knorpel entspricht, der in der Unterkinnladenhöhle der Fische nach deren Spitze läuft und wirklich jenem Fötusknorpel sehr ähnlich ist. Da er aber mit dem Quadratknochen zusammenhängt, so muß ich aus denselben Gründen jene genetische Verbindung für sehr unwahrscheinlich halten, aus welchen ich mich oben nicht zu der Umwandlung der Kiemendeckelstücke in die eigentlichen Gehörknochen verstehen konnte, indem jene Deutung Meckel's nur auf das Letzte zurückführt. In dem oben beschriebenen Knorpelstiel der Vögel, scheint mir, ist eine bessere Analogie vorhanden, wenn man auch das quere Stück für den Amboß nehmen muß. Sehr merkwürdig und mit ihrer Entwickelung im Thierreich übereinstimmend ist übrigens

*) Grundriß der Physiologie, Bd. II. Abth. I. S. 130.

**) *Teichmeyer*, Vindiciae quorundam inventorum meorum anatom. Jenae, 1727. recns. in *Halleri* Disputat. Anat. T. IV. p. 369—398. tab. 4. T.

Was ist ferner der kleine Stiel, welchen Teichmeyer bei'm Rinde vom Kopf des Steigbügels in seinen Muskel verfolgt hat? Was ist die eminentia papillaris? Was die Bedeutung der knöchernen Röhre, welche bei'm Murmelthier, Maulwurf, Goldmaulwurf zwischen den Schenkeln des Steigbügels durchläuft und sich vorn am Felsenbein, in der Gegend des vorderen und horizontalen Bogenganges, mit einem kleinen, mit einem größern am zerrissenen Loch öffnet? (Rudolphi, a. O. S. 132.) Letzte hat wohl keine große Wichtigkeit und wohl nur Aehnlichkeit mit den Knochensäulen in der Trommelhöhle der Vögel, in welchen auch, wie hier, ein Blutgefäß läuft.

***) Meckel, menschliche Anatomie, Bd. IV. S. 47.

die bedeutende Größe der Gehörknöchelchen im Embryo und die Frühzeitigkeit ihrer Entstehung. Schon im vierten Monat fand ich sie verhältnißmäßig ungeheuer groß, und dasselbe bemerkt Meckel.

§. 23.

Mit der Zurückführung der Gehörknöchelchen auf Kiemenbögen ist zugleich den Muskeln derselben und ihren Nerven die Bedeutung angewiesen. Erstere können nichts Anderes seyn, als Muskeln der Kiemenbögen, welche im verjüngten Maaßstab vom Fischtypus übrig geblieben sind. Sie sind also, da die Kiemenbögen Rippen darstellen, Rippenmuskeln, und damit wären auch sie auf den allgemeinen Skeletbau zurückgeführt. Die Hauptmuskeln sind der des Steigbügels und der Spanner des Trommelfells und beide wohl Antagonisten. Beide scheinen sich zu einander zu verhalten, wie die entgegengesetzten Zwischenrippenmuskeln, und ich möchte den Stapedius für einen inneren, oder für ein Bündel des Sacrolumbalis, den Tensor für einen äußeren, oder einen Rippenheber halten. Der Steigbügelmuskel, wollen wir ihn reduciren auf Fischmuskeln, möchte wohl, z. E. am Karpfen, mit den Muskeln, der Lage nach, übereinkommen, welche aus der Höhle, die vom äußeren Bogengang eingeschlossen wird, hervortreten, und diese Höhle wäre sonach vielleicht die erste Andeutung von der im processus pyramidalis. Der Tensor umgekehrt ist eine Wiederholung der Muskeln, welche vom vorderen Theil der Schädelbasis an die Kiemenbögen treten. Doch ist die Anatomie der Gehörknochenmuskeln noch so fragmentarisch, daß man nicht mit Sicherheit deuten kann. Deutlicher ist der Zwischenrippenmuskelbau bei einigen Amphibien (z. E. Frosch, Salamander, Kröte), indem hier ein ziemlich dicker Muskel unter dem Schulterblatt hervortritt, nach dem Knorpeldeckel des eiförmigen Fensters herabsteigt und an ihm sich ansetzt, so daß er mehr oder weniger zum Oeffnen desselben beitragen muß und vielleicht selbst dem Stapedius entspricht. In der Vögelclasse fand ich erstens den, eben (§. 22.) schon erwähnten Muskel in der Eustachischen Trompete, welcher dem Spanner des Trommelfells entspricht, außerdem aber noch folgende musculöse Spuren. Es läuft von einem knöchernen Querbalken, der in der Trommelhöhle sich befindet und ein venöses Gefäß enthält, ein mehr sehniger, als musculöser Streifen von vorn nach hinten und unten an die Verbindung von Stapes und Hammer, und zugleich über diesen hinweg an das, am Trommelfell befestigte, breite, knorpligsehnige Stück (vielleicht bloß ein Fortsatz der Gefäßhäute). Ein anderer, der reiner musculös ist, geht von hinten nach vorn und oben an dieselbe Stelle und hat seinen Anfang etwas unter dem runden Fenster *). Ueber ihm, noch näher am runden Fenster, fand ich bei'm Auerhahn ein mehr knorpliges Stück von dreieckiger Gestalt, von welchem nach derselben Verbindung von Hammer und Steigbügel ein kleiner, vielleicht auch musculöser Fortsatz heraufstieg. Andere Fäden schienen mir von hier zum großen, runden Fenster zu laufen (s. Taf. 3 Fig. 1. 2. 3).

Die Nerven, von denen noch weniger gesagt werden kann, müssen, nach obigen Gründen, Ueberbleibsel von Kiemenbogennerven seyn, und da der Gesichtsnerv es ist, welcher die Trommelhöhle durchläuft und den Muskeln der Gehörknochen Zweige giebt, so fragt es sich, ob wirklich bei den Fischen der facialis auch den Kiemenbögen angehört. Daß der herumschweifende Nerv ihr Hauptnerv ist, ist bekannt,

*) Blainville, a. O. S. 527. führt denselben auch an.

aber nicht allen Kiemenbögen ist er es bei allen Fischen. Nach Weber's Untersuchungen *), geht bei den Haien der Gesichtsnerve gerade zum ersten Kiemenbogen. In Sparus Salpa, Scorpaena scrofa, Uranoscopus ist er ein Zweig der vordern Wurzel des Vagus, während er im Hecht, Aal, in der Aalraupe ganz von demselben getrennt ist und bei Esox und Silurus Glanis nur einen Ast von ihm erhält, so daß man glauben muß, er sey überhaupt ursprünglich mit dem Vagus eins. Bei'm Hechte schickt der Gesichtsnerve überdieß Aeste zu den Kiemenmuskeln, wodurch die Analogie mit dem Nervenbau der höheren Thierclassen ziemlich angezeigt ist, und die chorda tympani scheint also ursprünglich Kiemenbogennerv zu seyn.

c. Trommelfell und Paukenring.

§. 24.

Da die Entwicklung der Froschlarven zeigte, daß die Eustachische Trompete und die Paukenhöhle in der Kiemenhöhle ihren Ursprung finden, so ist daraus der Schluß auf die weiter äußerlich liegenden Theile und ihr Wesen leicht. Unmittelbar folgt daraus, daß die Oeffnung, welche später durch das Trommelfell verschlossen ist, ursprünglich offen seyn muß. Was in den höhern Thieren die Ohröffnung ist, ist bei den Fischen der äußere Kiemenspalt, wie die Eustachische Röhre der innere, und durch das Ohr wird also früher Wasser nach außen geführt, oder exspirirt **). Die Kiemenöffnung der Frösche ist anfangs, solange noch die Kiemen hervorhängen, theils weit größer, als späterhin, theils aber auch weiter nach vorn gelegen, viel näher am Auge, kurz an der Stelle, wo später das Trommelfell erscheint. Bald fängt sie an, von oben nach unten und von unten nach oben zu verwachsen, und rückt so immer weiter nach dem Hals und Rumpf zu, bis endlich aus demselben Loch, woraus früher das entsauerstoffte Wasser ausgestoßen wurde, die Vorderfüße treten. Doch läuft von dieser Armöffnung noch später und auch bei'm erwachsenen Frosch eine helle gelbliche Linie nach dem Trommelfell, welche die Verwachsungsstelle der Kiemenhaut zu seyn scheint. Das linke Loch bleibt bis zum Herausstrecken der Vorderfüße offen, das rechte dagegen wird schon lange Zeit vor Entwickelung derselben geschlossen und von ihnen bei ihrem Heraustreten wieder geöffnet (eine sonderbare Vergessenheit der Natur!). Die Haut dieser Gegend wird ganz durchsichtig, durchlöchert und zerreißt endlich ganz. Daher ist der linke Fuß schon hervorgestreckt, während der rechte noch in seinem Futteral steckt und bloß in ihm häufig nach vorn und hinten bewegt wird. Dieselbe Entwicklungsweise ist bei den Wassersalamanderlarven, nur scheint hier die Verwachsung mehr von unten nach oben, als zugleich umgekehrt zu gehen. ***) Es findet sich daher bei den Fischen und denjenigen Amphibien,

*) a. O. S. 104.

**) Merkwürdig ist es, daß man das Kiemenloch zuweilen Ohröffnung genannt hat, so z. E. das Spritzloch zwischen dem Kiemendeckel und Schädel von Sturio accipenser; ferner die Kiemen Fischohren.

***) Rusconi (delle Salamandre acquatiche. p. 20.) beschreibt diese Verwandlung hier genau: Frattanto la doppiatura della pelle, che verso il collo faceva le parti di coperchio branchiale, si attacca alla testa inferiormente per tutto quel tratto, che corrisponde alla sua linea media e longitudinale . . . le membranelle semicircolari d'ogni archetto poco a poco spariscono anch'esse; le aperture branchiali s'impiccioliscono; la pelle, che le ricopre, dopo essersi attaccata longitudinalmente a grado a grado si attacca anche transversalmente al collo ed *al primo archetto*, per cui si chiude affatto l'apertura branchiale . . .

welche noch Kiemen tragen (Proteus, Siren, Axolotl), keine Spur einer äußeren Ohröffnung, weil die Kiemenöffnung selbst es ist. Mit der Ruhe der Vegetation in der Paukenhöhle tritt auch ein deutliches Trommelfell auf, und die Larven der vollkommenen Amphibien lassen daher nichts Aehnliches früher erkennen, als nachdem der Kiemenspalt lange Zeit verwachsen ist *).

Von dieser anfänglichen Oeffnung der Paukenhöhle nach außen ist nun das sogenannte Foramen Rivini und Wittmann's Trommelfellklappe ein Ueberbleibsel, und findet nur in ihr seine Erklärung und Bedeutung. Wittmann in Klagenfurt fand sie nicht immer, aber doch sehr häufig; es ist eine längliche ovale Oeffnung, welche in einer Falte sich findet, die vom kurzen Fortsatz des Hammers nach dem Paukenring läuft. Ihr weiteres Ende ist nach diesem Fortsatz, ihr schmäleres gegen die hintere Ecke des Paukenrings, der hier unterbrochen ist, gerichtet, und sie steigt also schief herab in die Paukenhöhle. Nach Vest wird sie durch den processus manubrii und seinen Spanner geöffnet und umgekehrt, ist also eine Klappe. Andere Beweise ihrer Existenz sind die Menschen, die, ohne an Gehörfehlern zu leiden, mit Zischen Luft hervorpressen, oder Tabacksrauch durch das äußere Ohr treiben können **). Meckel scheint sie nicht als normalen Bau anzunehmen, ich selbst wage nicht darüber bei'm Mangel eigener Untersuchungen zu urtheilen, doch möchte ich sie, wie ich aus der Entwickelung der Kiemenspalte schließen muß, mehr für Ueberbleibsel einer Fötusbildung, als für einen, dem erwachsenen Menschen normalen Zustand halten, zumal da man bei den übrigen höhern Thierclassen (Vögeln, Amphibien) keine Spur einer solchen Oeffnung am Trommelfell entdecken kann ***). Sie steht ohne Zweifel mit der Unterbrechung des hintern und obern Theils des Paukenrings in nächster Beziehung und erhält folglich, da diese obere Unterbrechung wahrscheinlich in der Verwachsungsweise des Kiemenspalts von unten nach oben ihren Grund hat, im Kiemenspalt selbst ihre Erklärung. Die Untersuchung von frühen Embryonen vom zweiten und dritten Monat muß hierüber Aufschluß geben, da der menschliche Embryo in dieser Zeit aus dem Fischbau zum Am-

---

*) Oken (esquisse, p. 44.) hält ein Loch zwischen zwei Stücken des Preoperculum für den äußern Gehörgang der Fische.

Bei Lepidoleprus trachyrhynchus will Otto (Rudolphi, Physiologie, Bd. II. erste Abth. S. 136.) eine äußere Ohröffnung gefunden haben.

Risso (Ichthyologie de Nice, p. 199.) sagt von demselben Fisch: L'ouverture de branchies est en demi lune, au dessus de laquelle on voit de chaque coté *une sorte d'event*, wodurch es wahrscheinlich wird, daß jene äußere Ohröffnung nur eine Abtheilung der allgemeinen Kiemenöffnung ist, ungefähr wie bei'm Stör, und es würden also dadurch meine Untersuchungen Bestätigung erhalten. Ist sie dieß nicht, so kann sie nichts seyn, als eine äußere Oeffnung des Labyrinths, wie bei den Rochen, trifft mit der Seitenlinie zusammen und ist folglich Fenster und nicht äußeres Ohr.

Die verschiedenen Meinungen von Pohl, Weber u. s. w. sind oben angeführt, wie auch meine Widerlegung.

**) Vest, über die Wittmannsche Trommelfellklappe in Medicin. Jahrbüchern des Oesterreich. Staates, Bd. V. St. I. S. 123. sqq. Wien, 1819.

***) Oliger Jacobäus (de Ranis observat. Paris, 1676. 8. p. 41.) nimmt bei den Fröschen eine kleine Oeffnung in der äußeren Haut des Trommelfells an, die ich aber ebensowenig, als Geoffroy der ältere (a. O. S. 45.), habe finden können.

phibien- und Vogelbau übergeht. Es ist vielleicht in dieser Zeit das Trommelfell immer offen und verwächst erst im vierten Monat. Nimmt man dazu die oberflächliche Lage des Trommelfells bei'm frühen Fötus und die übrige Amphibienähnlichkeit, die soweit geht, daß die äußere Ohröffnung früher viel weiter nach hinten, fast am Hals, gleich einer Kiemenöffnung, liegt, so wird diese Vermuthung allerdings wahrscheinlich.

§. 25.

Ist aber das Ohr hinter dem Trommelfell bei den Fischen und Amphibienlarven offen, so ergiebt sich wiederum daraus die Bedeutung des Trommelfells. Das Trommelfell ist nichts Anderes, als der Ueberbleibsel der hinteren Anhängsel am Quadratknochen, des Kiemendeckels und vielleicht auch der Kiemenhaut. Kiemenstrahlen und knöcherner Kiemendeckel ist keine nothwendige Bedingung des Fischskeletts, ebensowenig als die seitlichen Ausstrahlungen des Schultergürtels, die Flossen, überall vorkommen. Bei den Rochen ist der Kiemendeckel, wie seine unteren Theile, die Kiemenstrahlen, verschwunden, und bloß die Hauptknochen, oder die Rippe ist als Quadratknochen und Zungenbein übrig geblieben, von denen der erstere mit der Zusammendrückung des Schädels nach unten nahe vor die Kiemenbögen gerückt ist. Der Kiemendeckel ist hier schon ganz häutig geworden, am hinteren Ende des Quadratknochens bemerkte ich eine sehnenartige, nach der Länge desselben laufende, von der übrigen Haut sich unterscheidende Ausbreitung, an der wieder viele der Quere nach hinten laufende Fäden theils sehnigen, theils musculösen Characters sich befinden. Diese Haut scheint also ein Ueberbleibsel des Kiemendeckels, jene sehnige Querstrahlen vielleicht tendinös gewordene Kiemenstrahlen zu seyn. Bei den Amphibien ist keine Spur mehr von knöchernen Kiemenstrahlen und Kiemendeckel, und bloß eine Kiemenhaut hängt bei ihren Larven an dem, anfangs auch ganz häutigen Quadratknochen. Wohl ist aber bei vielen Amphibien das Trommelfell noch ganz knorplig und dick (so fand ich es bei dem Frosch, der Landschildkröte, Scarpa*) bei der Seeschildkröte), so daß es deutlich nichts Anderes ist, als der mehr häutig gewordene Kiemendeckel, besonders da es noch dieselbe Lage am Quadratknochen hier hat, wie früher als Kiemendeckel. Anomale Knochenerzeugung im Trommelfell des Menschen bei zugleich doppelter Größe der Gehörknochen **) ist eine Wiederholung der Bildung der Grätenfische. In normaler Entwickelung aber wird es immer häutiger und dünner in den höheren Thieren, dagegen wird die Knochenmasse an seinen äußeren Rand abgesetzt und erscheint als Paukenring. Der Paukenring ist also nicht verschieden von dem Trommelfell, sondern nur dessen äußerer knöchern gewordener Theil, dessen Verknöcherung wahrscheinlich denselben Gang nimmt, wie die des Kiemendeckels. Daher ist er schon bei'm viermonatlichen Fötus vorn viel breiter, als hinten, und bleibt für's ganze Leben am oberen und hinteren Ende unterbrochen. Man kann nach seiner Bildung das Trommelfell für die Haut erklären, welche am hinteren Theil des Kiemendeckels häufig hängt (Kiemenhaut des Kiemendeckels), ihn selbst aber für die Wiederholung des Deckels selbst. Aus dieser Entwicklungsweise erklärt sich nun auch die verschiedene Lagerung des Trommelfells in den verschiedenen Thierclassen. Da es Kiemendeckel ist, so muß es, wenn es auftritt, wie jener, ganz offen daliegen, und es ist also der Amphibienbau, der überall

*) a. O. S. 47.

**) Meckel, menschliche Anatomie. Bd. IV. S. 56.

vom breiten Frosch und Schildkröte bis zu den linienförmigen Eidechsen und Schlangen ein ganz oberflächliches Paukenfell darbietet, eine nothwendige Folge der Metamorphose.

§. 26.

Noch eine Frage ist zu beantworten, die zwar der Teleologie durch ein kurzes Nachschlagen in ihrem Zweckregister leicht löslich scheinen mag, aber dem, welcher nicht eingebildete Zwecke, sondern Bildungsgesetze sucht, doch einige Schwierigkeiten entgegenstellt. Nach welchen Bildungsgesetzen geschieht es, daß die Gehörknöchelchen (Kiemenbögen) sich stets entweder am Quadratknochen, oder am Trommelfell (Kiemendeckel) anlegen? Ich habe oben schon bemerkt, daß die Kinnladenrippe sich an die nächste hintere, oder die Quadratbeinrippe anschließt und daß die Kiemenbögen auf ähnliche Weise mit einander verwachsen, so daß alles von hinten nach vorn sich mit einander verbindet. Dasselbe muß, der Analogie nach zu schließen, ebenfalls mit den zusammengeschwundenen vordern Kiemenbögen, den Gehörknochen geschehen, und diese werden sich daher, da der Quadratknochen, sammt Kiemendeckel, ihre vordere Rippe sind, an den ersten oder an den letzten, das Trommelfell, anlegen müssen. Bei dem Wassersalamander verwächst daher, ebenso wie bei'm Frosch, der erste Kiemenbogen mit dem Hautstück, was jenem Deckel entspricht, und so scheint sich mir das Anwachsen der Gehörknochen am ungezwungensten erklären zu lassen. Bei'm frühen Embryo mag daher wohl auch anfangs die Kette der Gehörknochen nicht an dem Trommelfell hängen, wie dieß der Fischcharacter ist, und erst vielleicht zu Anfang des dritten Monats den Amphibienhabitus annehmen.

d. Das äußere Ohr.

§. 27.

Ist das Vorige richtig, so ist das äußere Ohr die äußere, trichterförmig erhobene Haut des Kiemendeckels und in den Fischen findet sich daher ein Analogon desselben noch ebensowenig, als dieß selbst fast von allen Amphibien ausgemacht ist. Es entspricht den Lidern des Auges, die auch erst in den Fischen und Amphibien allgemeiner anfangen, sich aus unbeweglichen Hautfalten herauszubilden, und da wohl kaum der knöcherne äußere Gehörgang vom knorpligen Ohr zu trennen ist, ebensowenig, als die Knorpeltheile der Eustachischen Trompete von der knöchernen, so möchte man in dem ersten mit nicht größerem Rechte einen Ueberbleibsel von Knochen des Fisch- oder Amphibienschädels suchen, als man solchen in den Liderknorpeln, welche dem Ohrknorpel entsprechen, nachzuspüren, sich bis jetzt für berechtigt hielt. Aber wohl mag vom Paukenring (also vom Kiemendeckel) die Verknöcherung ausgehen und nach außen fortschreiten, bis es im äußersten Theil endlich nur bis zur Knorpelbildung kömmt. Auch die Pauke scheint vom Kiemendeckel aus sich zu verknöchern nach der Eustachischen Trompete zu, so daß man sagen könnte, Pauke und Knochen des äußeren Gehörganges seyen Producte des Paukenrings. Von dieser Röhre des äußeren Ohres findet sich übrigens schon in der Froschmetamorphose eine Spur, die aber mit der vollkommenen Ausbildung des Thiers ganz wieder verschwindet. Mit der Verkleinerung des Kiemendeckelspaltes bildet sich nämlich in einer gewissen Periode aus einem Spalt ein Röhrchen, was trichterartig nach hinten offen ist, später aber sich wieder in einen Spalt verwandelt, wenn die Füße heraustreten.

Vom Auge.

§. 28.

Der zweite, zum Sinnesorgan metamorphesirte Athemsack ist das Auge, also aus demselben vegetativen Boden gesprosset, wie das Ohr, und doch voll merkwürdiger Verschiedenheiten von ihm. Die Form des Apfels ist daher die eines Sackes und seine Lage wahrscheinlich, wie die des Ohrs, zwischen zwei Wirbeln. Es folgt das letzte zwar nicht unmittelbar aus der Lage der Stigmata der Insecten, indem hier sehr viele sich in der Mitte eines Körperringels finden, indeß scheinen auch sie sich, wenigstens nach vorn zu, in die Spalte zweier Ringel zu legen (so ist es bei'm ersten Stigma der Schmetterlingspuppen), und wollen wir nach der Lagerung von Ohr und Nase auf das mittlere Sinnesorgan schließen, so finden wir auch in dieser Analogie einen Beweis. Ihm gehört das ganze Keilbein an, zwischen dessen Flügeln es seinen Sitz nimmt, wenn auch, den Gehirntheilen nach benannt, das vordere Keilbein offenbar der Geruchswirbel ist und das hintere allein dem Sehnervenhügel, oder dem mittleren Theil des Gehirns angehört. Wahrscheinlich gehört dem kleinen Gehirn eine gleiche Anzahl von Wirbeln als dem großen, jenem Hinterhauptsbein und vorderes und hinteres Felsenbein, diesem die zwei Keilbeine und der Nasenwirbel, so daß dort nur Alles mehr zusammen- und zurückgedrängt ist, was hier sich in den höhern Thierclassen entfaltet, daß ferner dort nur Ein Hauptsinn (Ohr), hier zwei (Auge und Nase) sich ausbilden.

Der Bulbus findet in der Reihe der Athemwerkzeuge sein Vorbild in den Lungen der Wasserthiere, die, überall bloß sackförmig, keine Spur von halbcirkelförmigen Canälen, oder Luftröhrenverzweigungen überhaupt darbieten. Wenn daher im Ohr die vielfachsten, sonderbarsten Ramificationen, Anastemosen, Windungen und Verschlingungen erscheinen, welche alle nur in den Athemwerkzeugen der fliegenden Insecten wiederkehren, so ist dagegen der Bulbus kein Labyrinthsbau, sondern eine einfache unverzweigte Höhle, wie die Athemhöhlen der Schnecken, oder, da ich nicht behaupten kann, daß diese zur Seitenlinie der Insecten gehören, besser wie die Athemhöhlen des Blutegels und der Scorpione. Die Athemsäckchen der letzten, sowie die der Asseln, Spinnen ꝛc., stehen in derselben Reihe hinter einander, wie die Stigmaten der fliegenden Insecten, und sind nur an dem Bauch entwickelt, es fehlt alle Luftröhrenverzweigung, weil von den Insecten sie es eben sind, welche dem Wasserelement näher stehen, also den Mollusken zugleich, besonders in Hinsicht der Athemwerkzeuge, ähneln, und daher ist bei ihnen nur der Anfang eines Stigma übrig geblieben. Hinter jedem Stigma eines fliegenden Insects ist ein runder Sack, dessen braungefärbte Membran an den Ring ringsherum sich anheftet, welcher die Lippen oder Klappen des Stigma einschließt. Dieser Sack, aus welchem bei ihnen die großen Luftröhrenstämme entspringen, ist es, welcher bei'm Scorpion ꝛc. übrig geblieben ist, und dieser saccus trachealis ist es ebenfalls, der am mittleren Theil des Kopfs sich als Bulbus des Auges darstellt, oder am hinteren mit seinen Nebenorganen als Vestibulum auftritt. Das Auge steht also dem Wasser näher, als der Luft, und vielleicht ist es daraus zu erklären, warum gerade bei den Wasserthieren (Sepien, Fischen) die Augen so groß und entwickelt sind.

§. 29.

Findet aber das Auge in jener Athemhöhle seine vegetative Skizze, so fungirt es entweder anfangs selbst nicht anders, als wie ein Athemwerkzeug, oder es ist wenigstens, wenn auch nicht physiologisch, doch

anatomisch ein Nachbild derselben und findet in ihnen seine Bildungsgesetze. Den ersten Fall habe ich früher zu beweisen gesucht und angenommen, und bei'm Blutegel und einigen Anderen läßt sich dieß vielleicht noch finden. Mag aber dieser, oder der zweite Fall der richtige seyn, so ist eine gleichnothwendige Folge, daß das Auge ursprünglich nach außen eine Oeffnung haben muß, mit deren Schließung und vollkommenen Obliteration erst die vollkommene Augengestalt und Sehfunction eintritt. Es muß, wie ich es am Ohr bei den Fischen nachgewiesen, bei den Insecten aber wahrscheinlich gemacht habe, ein Stigma da seyn, wie an der übrigen Tracheenbildung, und hieher gehört, nach meiner Meinung, der Augenspalt des Fötus der Wirbelthiere. Schon Malpighi *) bemerkt, daß das Auge des Menschenembryo als ein schwarzer Halbcirkel erscheint. Kuhlemann **) sagt, daß zuerst am oberen Theil das Auge sich blau färbt, und ebenso fand Autenrieth ***) bei einem ein und vierzigtägigen Embryo, daß der innere Rand der Iris noch kein Pigment hatte. Bei menschlichen Embryonen von der fünften oder sechsten Woche, aus der schönen zootomischen Sammlung vom Hrn. Obermedicinalrath v. Froriep, und an Säugethierembryonen habe ich dasselbe gesehen (Carus ****) hat neuerlich auch an jungen Katzen und Kälbern noch die Narbe der Spalte in der Sclerotica gefunden, an der zugleich hier die Aderhaut stärker anhing). Später kam Kieser †) bei der Untersuchung der Metamorphose des Auges vom Hühnchen im Ei auf die eigentliche Ursache dieser Bildung. Er fand, daß durch die ganze Sclerotica und Chorioidea anfangs eine vollkommene Spalte läuft, von dem vorderen Anfang derselben bis zum Sehnerven-Eintritt, und daß der Chorioidealspalt erst in der Mitte, dann an der, vom Ciliarkörper gebildeten Pupille und am Eintrittsloch des Sehnervens verwachse. Carus ††) sah diese Spalte hierauf bei einem jungen Wels, und zwar lief sie hier durch die Iris selbst, nicht bloß durch die Chorioidea, wie Kieser annahm. Dasselbe zeigte mir die Untersuchung von jungen Karpfen, an denen ich die Narbe, welche die Chorioidea durchscheinen ließ, von der Pupille bis in die Mitte des Auges verfolgen konnte †††). Noch deutlicher habe ich sie bei verschiedenen Amphibien gesehen, von welchen sie auch Emmert aus dem Fötus der gemeinen Eidechse beschrieben und abgebildet hat ††††). Die Frösche erhalten ihre mehr oder weniger dreieckige Pupille

*) Malpighi Opp. posth. Amstelod. 1698. p. 116.

**) Dissertat. exhibens observat. quasdam circa negotium generat. in ovibus factas. Götting., 1753. p. 27.

***) Supplementa ad Histor. embr. humani. Tubing. 1797. p. 9. §. 3. Annulus parvus nigricans inferiore et interno latere imperfectus, centro albido utrinque oculum indicabat. Sömmering bestätigt dasselbe Icones embr. p. 4. Iridis nigerrimae circulus in latere interno serius quam in externo perfici videtur.

****) Zootomie, §. 390. S. 283.

†) Zoologische Beiträge von Oken und Kieser, H. 2.

††) Zootomie, S. 282. Treviranus (vermischte Schriften, Bd. III. S. 159.) bemerkt vom Stör, daß seine Sclerotica an der untern Hälfte in der Mitte ihrer inwendigen Seite eine vom Eintritt des Sehnervens bis zu ihrem vorderen Rande sich erstreckende Rinne hat, an welcher auch die fibröse Retina dieses Fisches gespalten ist. Was ist diese Rinne Anderes, als der deutliche Ueberbleibsel jener ursprünglichen Spaltung?

†††) Uebersetzung von Cuvier, vergl. Anatomie S. 392.

††††) Untersuchung über die Entwickelung der Eidechsen, in Reil's Archiv für Physiologie, Bd. X. H. 1. S. 92. Taf. 1. Fg. 3. u. 5.

von einem Ueberbleibsel dieser Spalte. Am auffallendsten ist diese Gestalt bei der Feuerkröte, deren Pupille ein vollkommenes, mit einem spitzigen Winkel nach unten gekehrtes, oben abgerundetes Dreieck bildet. An Froschlarven hat der untere und vordere Theil der Sclerotica einen schwarzen, nach der Mitte des Auges laufenden Strich, welcher die Narbe der früheren Spaltung ist; doch konnte ich diese Trennungslinie nicht bis in die Gegend des Sehnerven verfolgen, was wahrscheinlich dadurch schwierig gemacht wird, daß die vordere Augenhälfte allein metallischglänzend gefärbt ist, wie die silberfarbene Aderhaut, und daher von dem schwarzen Strich der Spalte sehr absticht, die hintere dagegen ganz schwarz wird. Auch an den Larven des Wassersalamanders ist sie nicht zu verkennen. Sie findet sich also bei allen Classen der Wirbelthiere, und Vögel, Amphibien und Fische scheinen sich, in Beziehung auf ihre Lage, von den Säugethieren nur dadurch zu unterscheiden, daß sie bei ihnen am untern Theil des Auges, bei den Säugethieren am inneren Rand desselben liegt (Was ist wohl die Ursache dieses nach Innen Rückens einer und derselben Bildung? Es scheint gleichsam das Auge bei den letzten durch den untern schiefen Augenmuskel nach innen gekehrt zu werden, was aber natürlich nicht durch seine Wirkung, sondern durch die des Bildungsprocesses selbst vor sich geht; oder hängt es zusammen mit der Wanderung des Auges von den Seiten nach vorn?).

Auch die Choroidealdrüse des Fischauges nimmt, wie Meckel *) richtig bemerkt, an der Theilung des Auges an seiner untern Hälfte Theil und stellt deßhalb einen Halbring vor, der unten unterbrochen ist (Karpfen), oder zerfällt selbst vollkommen in zwei seitliche Hälften (Perca labrax **). Nach meinen Untersuchungen ist dieser Körper, der bald für eine Drüse, bald für ein rete mirabile (Albers ***), bald und am unglücklichsten für einen Muskel (Haller, Home) gehalten worden, wirklich auch nichts Anderes, als das hintere angeschwollene Ende des dritten mittleren Blattes der Aderhaut (vasculosa Halleri), was sich nur weniger allgemein ausbildet. Wie bei vielen Thieren, vorzüglich denen, welche den Fischen nahe stehen, z. E. Walfisch, Seehund, Walroß, Schwein (mit Ausnahme des Tümmlers), die Sclerotica am hintern Theil an Dicke, zuweilen auch an Lockerheit zunimmt, so scheint dieß auch an der Gefäßhaut zu geschehen, die hier drüsenartig dicker wird, es entwickelt sich ein zottenartiger Bau, welcher den Gefäßen zum Theil wenigstens seinen Ursprung verdankt, so daß man darin allerdings eine Aehnlichkeit mit den rothen Körpern auf der Schwimmblase der Fische (z. E. vom Flußbarsch) erkennt. Bei Perca Lucioperca fand ich daher nicht allein rothe Choroidealdrüsensubstanz am hinteren Ende des Auges zwischen Ruyschiana und Choroidea, sondern auch zwischen diesen Blättern der Regenbogenhaut rings um sie herum. Vorzüglich dunkel war diese rothe Färbung am äußeren Rande, wenn auch nicht so gesättigt, als an der Choroidealdrüse, weniger am Pupillarrand. Indeß fehlten die Gefäßzotten der Choroidealdrüse und die eigentlich blutige Substanz derselben hier, und der rothe gefärbte Theil war mit der silberweißen Aderhaut der Blendung fest verbunden. Nicht weniger möchte ich für ein Ueberbleibsel jener Spalte den sichelförmigen Fortsatz (processus falciformis) des Fischauges halten, welcher wohl bei allen Grätenfischen vorkömmt, überdieß auch bei Raja clavata und vielleicht auch bei den Sepien von

*) Uebersetzung von Cuvier's vgl. Anat. Bd. II. S. 392. Note.

**) Cuvier, a. O. S. 388.

***) Annalen der Münchener Academie der Wissensch., Bd. I. S. 80.

W Sömmering gefunden worden ist. Besonders im Hecht habe ich ihn, da er hier sehr deutlich ist, untersucht, und seine Lage scheint ganz die zu seyn, wo in der Sclerotica und Aderhaut früher die Spalte das Auge trennte, nämlich an der unteren und etwas hinteren Seite des Bulbus. Wie überhaupt an dieser Verwachsungsstelle Aderhaut und harte Haut fester, als an andern Puncten, an einander hängen, so wird die erste hier fester und erscheint als dieser Fortsatz, der die, inwendig etwas hervorragende Verwachsungslinie des Auges ist, die von der Iris bis an den Eintritt des Sehnerven fortläuft und vorn, wo sich Alles mehr individualisirt, als ein grauschwärzliches, sehnenartiges, birnförmiges Körperchen sich lostrennt und unten an die Linsencapsel festsetzt. Uebereinstimmend damit ist daher zugleich, daß die Netzhaut in der ganzen Länge des Fortsatzes bis zur Eintrittsstelle des Sehnerven vollkommen noch gespalten ist, so daß man sie leicht auf beiden Seiten desselben aufheben kann, was auch nur an die ursprüngliche Theilung dieses Sinnesorganes erinnert *).

§. 30.

Bei den Sepien ist, wie überhaupt ihre Entwicklungsgeschichte, so interessant sie seyn würde, nur oberflächlich untersucht ist, auch die Ausbildung des Auges noch nicht beobachtet worden. Doch wahrscheinlich ist auch hier, da ihr Auge dem der Fische so sehr gleicht, jene Choroidealspalte in früherer Zeit vorhanden **). Bei den Schnecken ist theils schon von Swammerdam ***), theils neuerlich von Stiebel ****) das Auge von der Weinbergsschnecke, theils von Blainville †) das von Voluta cymbium, was ziemlich groß ist, einer genaueren Untersuchung unterworfen worden. Jene fanden nicht nur eine Choroidea und Regenbogenhaut, sondern selbst eine Krystalllinse und Pupille, ja Swammerdam will sogar einen Glaskörper entdeckt haben. Ich habe dasselbe Thier microscopisch untersucht, lange wollte mir

*) Bemerken will ich hier, daß man bei'm Hecht, selbst von außen ohne Verletzung des Auges, die, durch die Brechung der Linse gebildeten Miniaturgemälde der Außenwelt auf die Netzhaut auffallen sehen kann, indem die Pupille hier quer eiförmig ist, d. h. hinten runder, vorn spitziger zuläuft, so daß die kugelrunde Linse den vorderen Theil derselben nicht deckt und man daher hier in den Hintergrund des Auges sehen kann. Doch erscheinen natürlich nur die hellsten Gegenstände, wie z. E. Fenster und ihre Rahmen, und auch diese etwas trübe, was aber bei'm lebenden Thier, wo die Hornhaut durchsichtiger ist, vielleicht anders seyn könnte. Daß jedoch diese Bilder nicht vielleicht Spiegelungen des Glaskörpers sind, erkennt man leicht, wenn man das Auge vorn öffnet, die Cornea wegschneidet und zugleich die Iris in Lappen zurücklegt, daß die Linse ganz frei wird. Dann findet man dasselbe Bild des Fensters auf dem Grund des Auges wieder, und man kann seinen Platz ändern, wenn man die zwischen einer Pincette gefaßte Linse hin- und herschiebt, man kann es deutlicher und trüber machen, jenachdem man sie hebt, oder senkt. Dieß wäre also ein Gegenstück zu der Art von Magendie, die Abbildungen der Gegenstände im hintern Theil des Auges deutlich zu machen, hier von hinten, dort von vorn.

**) Nur Sömmering (de oculorum hom. anim. sectione horiz. Gott., 1818. p. 77.) bemerkt, daß er häufig an der Mitte der hintern Halbkugel der Linse von Sepia officinalis und Loligo einen röthlichen, fibrösen Anhang bemerkt habe, welcher nach der Aderhaut zulief. Da dieser wahrscheinlich eine Art Campanula Halleri ist, so deutet er, wie bei den Fischen, auf jene Spalte hin.

***) Bibel der Natur, Taf. 4. Fig. 5—9.

****) Meckel's Archiv für Physiologie, Bd. V. S. 206. Taf. 5.

†) Anatomie comparée, Tom. I p. 445.

aber weder eine Krystallinse, noch eine Pupille sich zeigen. Ich sah beständig nichts, als einen schwarzen Kreis, an welchem aber allerdings die Mitte erhabener war und der Linse ähnelte, so daß ich fast zu verzweifeln anfing, bis ich endlich das Auge von der Seite betrachtete. Da fand ich, daß der, von Stiebel Iris genannte Theil eine wirkliche Kugel war, die vorn abgeplatteter schien, als hinten, ungefähr so, wie das Fischauge. Zu dieser, mit braunschwarzem Pigment überdeckten Wölbung der Choroidea ging (wie es schien, von dem Ganglion des Sehnerven, welches als Wiederholung des ungeheuren Nervenknotens der Sepie betrachtet werden kann) ein Nerve, der sich wahrscheinlich eben so vielfach zertheilt, wie am Tintenfisch; denn ich sah durch eine starke Linse, der man sich überhaupt sicherer und gewandter bedienen kann, als eines zusammengesetzten Microscops, die ganze hintere Choroidea sehr fein durchlöchert, was sich offenbar nur auf Nervendurchgänge beziehen kann und in der Sepie, wie bei den Insecten, sein größeres Nachbild hat. Ich suchte hierauf die hintere Wand dieser Aderhaut aufzuritzen, betrachtete dann das Auge von vorn und sogleich fiel mir die Pupille und durchsichtige Linse in die Augen, welche ich beide früher wahrscheinlich deßhalb nicht hatte sehen können, weil das schwarze Choroidealpigment der Linse die Durchsichtigkeit genommen und eine gleichförmige Schwärzung der Pupille und Regenbogenhaut (richtiger des Ciliarkranzes) herbeigeführt hatte, wobei fast aller Unterschied der Theile natürlicher Weise verloren ging. Der von Stiebel für die Iris gehaltene Theil ist also Choroidea und umschließt die Linse; Stiebel's Aderhaut aber gehört nicht zum Bulbus, wogegen auch ihre bedeutende Größe spricht, die gar nicht mit der Aderhaut des Tintenfisches harmonirt. Sollte sie etwas Anderes seyn, als eine lockere Hülle des Sehnerven, oder noch bestimmter gesagt, die Höhle der Sepie, worin der gehirnähnliche Sehnervenknoten liegt, dem hier nur die ihn umgebende Drüse mangelt *)? An der Pupille bemerkte ich zwar in die Regenbogenhaut hinein einen Spalt, doch will ich nicht seine Regelmäßigkeit behaupten, wahrscheinlich war er durch eine Verletzung mit der Nadel entstanden. Nachdem ich die Choroidea mit der Nadel in Stücken zu beiden Seiten gelegt hatte, fiel mir unter der Linse sogleich die kugelförmige Krystallinse in die Augen, die so groß war, daß sie die ganze Höhle der Aderhaut gefüllt zu haben schien. Ihre abgegränzte runde Gestalt und mehrmalige Wiederholung der Untersuchung überzeugten mich, daß ich mich nicht getäuscht und vielleicht einen nebenliegenden abgerissenen Theil des Fühlhorns dafür angesehen hatte. Ich konnte sie sehr deutlich mit bloßen Augen erkennen und bewahre noch jetzt Eine, an einer Nadelspitze angeklebt, auf. Ob ein Glaskörper außerdem vorhanden, ob die Linse von jener Pupillenwand auf ähnliche Weise umschlossen sey, wie von dem Ciliarkörper, wage ich nicht zu entscheiden. Die Untersuchung ist überhaupt hier äußerst schwierig und nur, wenn man von hinten untersucht, wird man das Angegebene deutlich finden können (vgl. Taf. III. Fig. 8.). Blainville fand an Voluta cymbium eine weiße fibröse äußere Haut (also Sclerotica), durch welche die schwarze Aderhaut schimmerte. Vorn war eine Pupillaröffnung, eine ungeheure Linse füllte die ganze Höhle aus und ragte, wie in den Sepien, durch die Pupille hervor. Auch

*) Bemerkenswerth, in Beziehung auf meine Theorie der Sinnesorgane, ist die Behauptung von Stiebel, daß der bedeutende Sack seiner Aderhaut Luft enthalte. Ich selbst kann mich zwar nicht erinnern, nach dem Durchschneiden des Fühlhorns unter Wasser und beim Drücken des abgeschnittenen Stücks Luftbläschen heraustreten gesehen zu haben, doch verdiente die Sache wohl noch weitere Prüfung.

zwei kleine Muskeln will er hinten bemerkt haben. Stiebel sagt, daß das Auge von der Weinbergsschnecke vorn offen sey und die Linse frei hervorrage, was, wenn es wahr wäre, am besten für das ursprüngliche Offensein des Auges bei den niedersten Thieren, wie ich es behauptet habe, sprechen würde. Jedoch kann man bei der Kleinheit und dem feuchten Glanz des Gegenstandes leicht den dünnen Hornhautüberzug übersehen, und wirklich will auch Blainville an Voluta Cymbium eine Verdünnung der Haut des übrigen Körpers gesehen haben, die, wie es bekanntlich auch den Sepien zukömmt, die vorstehende Linse eben so convex überkleidete. — Bei den Muscheln erwähnt kein neuerer Anatom eines Auges und doch zweifle ich, ob nicht unter den größeren und entwickelteren eins vorkömmt, dessen Sack aber vielleicht schon, von einer vegetativen Thätigkeit unterjocht, eine Schleimhöhle ist.

§. 31.

Bei den Insecten glaube ich an den Augen eine Spur jener Spalte gefunden zu haben, die mir hier zugleich ihre eigentliche Bedeutung zu offenbaren scheint, sowie die der Hornhaut- und Pupillenöffnung überhaupt. Die eigentlichen Augen der Insecten, welche in den Wirbelthieren als solche wiedererscheinen, sind die zusammengesetzten, nicht die einfachen, wenn sie auch den Insecten, wie aus Reaumur's Versuchen an Raupen *) hervorzugehen scheint, als Gesichtsorgan dienen mögen. Wenigstens scheinen die fünf bis sechs Stemmata der Raupen, die in einem Bogen am vorderen Theil des Kopfes herunterliegen, kaum in die zusammengesetzten Augen des vollkommenen Insects nach ihrem mehrmaligen Häuten und nach der Puppenmetamorphose überzugehen, wie dieß die Entwickelung der zusammengesetzten zeigt. Am Kopf einer Raupe (z. E. pini, quercus, Nachtpfauenauge) findet sich vorzüglich in späteren Perioden vor ihren Stemmaten ein deutlicher, vom ersten oder zweiten Aeuglein anfangender Einschnitt, der besonders die vier obersten einschließt und von kleineren Furchen zum Theil gebildet wird, welche jedes Stemma umschließen, so daß allerdings das ganze Stück, worauf die Ocellen sitzen, viel Aehnlichkeit mit einem groben Anfang von Felderbildung eines zusammengesetzten Auges hat (Taf. IV. Fig. 5. a. b.); zuweilen (wie am Nachtpfauenauge) hört da, wo dieser Einschnitt ist, plötzlich die Färbung der hintern Theile um die Augen auf und wird heller, daß man glauben sollte, es wollte hiermit nach und nach das zusammengesetzte Auge vom übrigen Kopf sich absondern und also aus den einfachen entwickeln, was aber nicht geschieht. Schneidet man kurz vor der Verpuppung die schwarzen Horndecken des Kopfes weg, so erscheint darunter schon die Puppenhaut als eine noch ganz ungefärbte oder gelblichweiße, sehr dünne Membran. Die Stemmaten sind noch vorhanden als kleine braune, kolbige Pünktchen und mit den Häuten gleichsam aus der abgestreiften Oberhaut herausgezogen, so daß von ihrem braunen Pigment nichts mit fortgeht. Hat daher die Raupe die letzte Haut abgezogen und sich in die Puppe verwandelt, so bemerkt man an der letzten keine Spur von jenen einfachen Augen mehr, indem alle Höcker in die ziemlich gleichförmige Puppenhaut zusammentrocknen, die Stemmata der abgezogenen aber werden, da kein Pigment mit übergegangen ist, durchsichtig und bekommen durch das Austrocknen einen vollkommenen Edelsteinglanz, der nicht allein unter dem Microscop, sondern auch den bloßen Augen auffallend ist und diese kleinen Pünktchen leicht von den übrigen Theilen der Kopf-

*) *Reaumur*, Memoir. pour servir à l'histoire des Insectes, T. I. p. 127.

haut unterscheiden läßt. Die Stelle aber, unter welcher sich das zusammengesetzte Auge entwickelt, liegt weiter hinten, und wenn die einfachen Augen ja etwas zu seiner Bildung beitragen sollten, so sind sie doch bloße Vorbilder seines vordersten Theils. Hinter ihnen findet man einen halbmondförmigen Einschnitt in der Puppenschale, welcher vor dem, an den Seiten neben den Flügeln herablaufenden Fühlfaden liegt und von oben nach unten läuft. (Taf. IV. Fig. 1. n.) Bei einigen (Sphinx Euphorbiae) geht diese Furche mit ihren beiden Enden nicht bis an die Antenne, sondern steht frei vor ihr, bei andern dagegen (Nachtpfauenauge, Kupferglocke) ist jenes der Fall, und die Enden derselben gehen bis an die Furche, welche den Fühlfaden vom Kopfe scheidet. Untersucht man sie genauer, so wird man leicht bemerken, daß sie nicht eine bloße Falte oder Furche ist, sondern die Puppenschale bis dahin durchschneidet, wo später das Auge sich bildet. Am deutlichsten sieht man dieß, wenn man schichtenweis die, in späteren Perioden härter gewordene Schale wegnimmt, wo man an der, bis in's Innere herein dunkleren Färbung der Stellen, die unter dieser äußern Furche liegen, erkennen kann, daß hier ursprünglich eine Spalte ist, die aber durch festes Anliegen der zwei Ränder vollkommen geschlossen ist. So ist es der Fall bei'm Wolfsmilchschwärmer, wo die krumme Linie durch alle Schichten hindurch braun erscheint, während die nebenliegenden Theile gelblich gefärbt sind. Diese Furche habe ich bei allen Schmetterlingspuppen, die ich bis jetzt betrachtet habe, wiedergefunden, sowohl bei Spinnern, als Schwärmern und Tagfaltern, und sie scheint daher der ganzen Ordnung eigen zu seyn; dagegen bemerkte ich nie bei einer Raupe schon eine Andeutung von ihr, und sie gehört also wahrscheinlich dem Puppenzustand allein an; denn die oben angegebene Furche um die Aeuglein ist es nicht, da man leicht, wenn man kurz vor der Verpuppung die Kopfschalen ablöst, beide zugleich auf der noch weichen Puppenhaut erkennen kann. Schneidet man nun an der Stelle die Puppenschale auf, wo diese Spalte liegt, so trifft man in späteren Perioden auf das mehr oder weniger vollkommen ausgebildete Auge und findet, wenn man zur rechten Zeit einschneidet, auf der hinteren Hälfte der zuweilen schon etwas gefelderten Hornhaut eine ähnliche Rinne, welche bogenförmig von oben nach unten und von vorn nach hinten läuft und mit der auf der Puppenschale correspondirt. So fand ich es an dem Wolfsmilchschwärmer (Taf. IV. Fig. 2. n.); jedoch häufig ist keine Spur davon vorhanden, was davon herzurühren scheint, wenn man die rechte Mittelzeit nicht trifft, nachdem sich die Hornhaut von der Puppenschale gelöst, aber noch nicht deutlich in Felder krystallisirt hat. Ich habe wohl vierzig verschiedene Puppen geöffnet, ohne das wiederzufinden, was ich früher deutlich gesehen hatte, aber alle hatten schon vollkommene Felder der Hornhaut; bei einigen von ihnen (z. E. am Nachtpfauenauge Fig. 4. c.) war indessen noch deutlich durch die Schattirung des Auges eine bogenförmige Linie angegeben, welche auf der Spalte der Puppenhaut auflag und von ihr herrührte. Je mehr sich daher die Hornhaut von der Puppenschale zurückzieht, je mehr sich die Facetten ausbilden, desto mehr verschwindet auch diese Furche oder Linie, bis endlich die vollkommene, gleichgefärbte Kugelfläche dasteht. — Ich war noch in Ungewißheit über das Fleck, wo gleich anfangs die Puppenspalte das Auge trifft; da nämlich verschiedene Theile des Insectenkörpers bekanntlich bei ihren Metamorphosen ihren Ort verändern, so gerieth ich in Angst, ob dieß nicht auch mit dem Auge seyn könne und dann jene Puppenfurche vielleicht gleich anfangs nicht mitten auf das Auge, sondern an seine vordere oder hintere Gränze stoße, folglich nicht die Wiederholung jener Augenspalte der Wirbelthiere, sondern vielmehr eine vordere oder hintere Gränzlinie des Bulbus sey, wie es jene vordere Furche um die Aeuglein

vielleicht ist. Ich verschaffte mir daher eine ganze Zucht von Raupen von Papil. urticae, um die ganze Entwickelung von vorn herein mehrfach untersuchen zu können. Sowie die Raupe ihre letzte Hülle abgezogen hatte, anatomirte ich die noch ganz hellgelbliche und röthliche Puppe. Die Hörner vor dem Auge waren mit einer gelblichen, dem Fettkörper ähnlichen Masse ausgefüllt, die sich bis an die Scheidewand des Kopfes vom Rumpfe erstreckte, also zugleich die Augen mit darstellte, doch konnte ich schon eine Spalte erkennen, die das Auge abgränzte und vor der oben erwähnten Puppenfurche lag (Fig. 6. 7.). Deutlicher war dieß Alles einige Tage nachher; die Substanz im Kopfhorn war ganz zusammengeschmolzen, nur einzelne Fäden waren von ihr übrig und auch diese verschwanden bald. Das Auge ist, hat es sich selbstständig entwickelt, anfangs ganz glatt, weißgelblich und natürlich sehr weich, die Puppenfurche liegt auf dem Anfang der hintern Hälfte, und die Stelle, welche ihr correspondirt, ist ganz mattweiß und, wie mir schien, durchsichtiger, während die anderen mehr gelblich aussehen (Fig. 8. n. n†). Die vordere Gränze des Auges liegt zugleich stets so nach innen, daß sie nie in Zusammenhang mit der Furche gewesen seyn kann, die hintere aber ist die membranöse oder brüchige Haut des hinteren Kopfendes, in deren Höhle das Sehorgan stets eingesenkt ist und hinten anhängt, so daß also die Furche, da sie von ihr weit absteht, ebensowenig die hintere Gränzlinie des Auges seyn kann. Auch bemerkte ich bei andern, daß die einzelnen Kegel des zusammengesetzten Auges an der krummen Furche fester, als an anderen Theilen der Puppenhaut, anhingen. Sie ist daher nur vergleichbar mit der Spaltungslinie des Auges der Wirbelthiere.

§. 32.

Betrachtet man sich aber die Stigmatenreihe einer Puppe, so sieht man vorerst leicht, daß die Stigmata von hinten nach vorn an Größe zunehmen, und das vorderste, was zwischen Flügel und Fühlfaden sich befindet, ist daher das größte von Allen. Zweitens sind die mittleren alle mit geraden Oeffnungen versehen, nach vorn aber fangen sie an, sich zu krümmen, wie dieß hauptsächlich an dem vordersten unverkennbar ist; auch scheinen die hinteren, welche bei der Puppe schon verwachsen sind, diese Krümmung anzunehmen, und ich habe dieß von dem Wolfsmilchschwärmer abbilden lassen (Fig. 3. a.). Dadurch wird nun der Uebergang zum Kopf gemacht. Was an der Brust des Insects der Flügel war, wird hier zuerst zum Fühlfaden, der von der Rückenseite eines vorderen Ringels der Puppenschale ebenso nach der Bauchseite herabgelegt ist, wie der Flügel, auch zuweilen (wie bei der Puppe des Nachtpfauenauges) so breit ist, daß er wie ein zweiter vorderer Flügel selbst aussieht und die Antenne ist also der Flügel des Augen-Kopfringels, der hier nur edler geworden, d. h. sich von der Ortsbewegung abgewendet und zum Sinnesorgan, zum Tastwerkzeug umgewandelt hat. Ist dieß richtig, wie es allerdings ist, so dürfen wir auch, da wir vor dem Oberflügel das letzte Luftloch finden, an der analogen Stelle vor dem Fühlfaden ein ähnliches oder sein vertretendes Organ suchen. Ganz an demselben Ort des zweiten Kopfringels, vor und unter dem Fühlfaden liegt aber die oben erwähnte Furche, und ich glaube daher berechtigt zu seyn, sie für die Andeutung eines Kopfstigma's zu halten, was aber gleich bei seiner ersten Entwickelung in der Puppe verschlossen geblieben ist. Es ist nur noch bei weitem größer, als das Stigma am Flügel, und noch mehr gebogen, als dieses und als das verschlossene Schwanzluftloch, so daß hier colossal wird, was der Rumpf im verjüngten Maaßstab zeigt; es gilt daher hier dasselbe Verhältniß von Rumpf zu Kopf, welches in

den Wirbelthieren die Knochen darbieten, deren unverhältnißmäßiges Uebergewicht an dem letzten jetzt bekannt ist, aber der Wirbeltheorie des Schädels den Eingang freilich auch bei Vielen, die gleich Pfund und Elle zur Hand nehmen, erschwert hat. Da aber ferner jener Spalt auf das Auge trifft, auch innerlich an dem des Schmetterlings abgedrückt ist und darum als Theil des Puppenauges angesehen werden muß, so ist folglich das Auge selbst nichts Anderes, als die Wiederholung eines Luftröhrensackes. Endlich, wenn jener Augenspalt, wie nicht anders zu deuten ist, dem an dem Sehorgan der Wirbelthiere entspricht, so findet auch dieser nur in einer Stigmabedeutung seine Erklärung *) und ich komme so auf analytischem Wege durch einen Kreis von Beobachtungen und Schlüssen auf die Sätze zurück, die ich oben synthetisch entwickelt habe.

§. 33.

Aus dieser Ansicht des Auges kommt, so scheint mir, zugleich größere Klarheit in die Bedeutung seiner einzelnen Theile, die mehr oder weniger alle an die Bildung eines Athemsacks erinnern. Vor Allem ist dadurch an bestimmte Bildungsgesetze die überall vorkommende Unterbrechung der Sclerotica an ihrem vorderen Ende angeschlossen; denn das Loch, was sie hier bildet, ist ja offenbare Andeutung einer ursprünglichen Athemöffnung. Von den Schnecken habe ich oben schon erwähnt, daß diese Oeffnung entweder gar nicht, oder höchstens von einer äußerst dünnen Membran überkleidet wird, von den Sepien ist bekannt, daß nur ein feiner Schleier der Bindehaut die pupillenartige Oeffnung der Sclerotica und die hervorstehende Linse überzieht **), und erst in den Fischen entwickeln sich aus ihr die Hornhautblätter. Das ferner, was man an den zusammengesetzten Augen der Insecten Hornhaut nennt, ist auch nichts weiter, als eine Fortsetzung der Oberhaut, die selbst schon durch die (Taf. IV. Fig. 5. abgebildeten) unregelmäßigen Einschnitte um die Stemmata herum die Facettirung des zusammengesetzten Auges vorzubilden scheint. Daß solche Verschließungen der Oeffnungen übrigens auch bei wirklichen Luftlöchern vorkommen, ist besonders an denen der Puppe bekannt, die von hinten nach vorn zu obliteriren scheinen. Auch vorn an dem nächsten Ringel hinter dem Unterflügel, fand ich bei der Puppe des Wolfsmilchschwärmers das Rudiment eines Stigma's unter der Form eines kleinen Knöpfchens, von dem ich nicht weiß, ob es

*) Carus (Zootomie, S. 283.) erklärt sich die Spalte des Wirbelthierbulbus durch den Eintritt des Sehnerven, indem er annimmt, daß sich die Augenhäute von der Achse des Auges aus bilden und, an den eingetretenen Sehnerven stoßend, ebenso gespalten bleiben, wie eine Lücke an einem anschießenden Krystall da entsteht, wo ein anderer fester Körper sich in den Weg stellt. Aber darf man wohl eine so regelmäßige Bildung sich erklären wollen durch Annahme eines Hinderniſſes, was die Natur sich selbst in den Weg legt? Muß man nicht vielmehr bestimmtere Bildungsgesetze suchen, und sollten sich diese nicht, ohne Annahme eines Hindernisses, theils allein durch die Zusammenrollung der Augenhäute bei der ersten Bildung des Bulbus, so daß unten eine Nath übrig bleiben muß, theils aber durch meine obige Deutung natürlicher erklären lassen? Ich möchte auch kaum an Kieser's Behauptung zweifeln, daß am fünften Tage, wo die Spalte schon da ist, der Sehnerv noch nicht in's Auge getreten sey, da die Nerven, besonders ihre Endigungen, von allen Nerventheilen sich wohl am spätesten bilden.

**) *Cuvier*, Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques. Paris, 1817. p. 37. 38. Die Bindehaut ist aber hier an einem ovalen Stück ganz durchsichtig und bildet, wie Sömmering richtig bemerkt die Hornhaut vor. Die Hornhaut gehört daher nicht zur Sclerotica.

bei der Raupe noch offen gewesen (Taf. IV. Fig. 1. b.). Endlich gehören hieher die siebartig durchlöcherten Häute, welche die Luftlöcher der Larve vom Maikäfer ganz verschließen, doch so, daß die Luft durch ihr zelliges Gewebe dringen kann *). Läßt sich dieser Bau nicht füglich mit der, in unzählige Felder getheilten Hornhaut des zusammengesetzten Auges vergleichen?

§. 34.

Ein anderer Theil, der nur in einer Athemöffnung sein Vorbild findet, ist die Pupille und die Beweglichkeit der Iris. Wenn es auch nicht schon die erste Bildung der Sclerotica zeigte, daß das Auge ursprünglich vorn offen ist und in diese Oeffnung erst später eine, der Sclerotica ähnliche Haut, die Hornhaut, eingefalzt wird, so beweiset es doch zu jeder Zeit die Pupille, welche, gleich einem Luftloch der fliegenden Insecten, sich noch erweitert und verschließt. Vergleicht man die Regenbogenhaut mit der Haut, welche das Stigma umschließt, so giebt es wirklich kaum eine treuere Nachahmung der ersteren, als diese, theils an Feinheit, theils an Art der Bildung. Viele Stigmata sind, gleich einer Iris, mit einer großen Menge feiner Strahlen umgeben, denen auch wahrscheinlich auf der Hinterseite Kreisfasern beigesellt sind, so daß Bewegung und Form in beiden zusammenstimmen. Die Aehnlichkeit ist so groß, daß auch wirklich mehrere Beobachter (wie Carus **) und C. Sprengel ***)) sie mit der Iris verglichen haben. Vorzüglich ist das Stigma von Dytiscus marginalis mit seiner runden Oeffnung und den, kreisförmig um sie gestellten braunen Blättchen einem Auge genau nachgebildet. Nur wendet sich am Auge dieser bewegliche Vorhang ab von dem Reiz der gröberen Materie, und während das Stigma sich noch öffnet und schließt auf den Reiz der Luft oder des Wassers, so findet die Iris ihren Gegenstand bloß im Licht, diesem idealen Ausfluß der Elemente und wird unempfindlicher gegen die erstere. Bei den Fischen scheint sich zuerst dieser schützende Schleier vom Rand der Oeffnung der Sclerotica aus nach dem Mittelpuncte zu zu vergrößern und von dieser Classe an ****) bis zu den Vögeln und Säugethieren herauf an Be-

*) *C. Sprengel*, Commentarius de partibus, quibus insecta spiritus ducunt. Lips., 1815. p. 9.

**) Zootomie, S. 474. §. 579.

***) Commentar de part., quibus Insecta spirit. ducunt p. 8. Man kann hier zugleich die beigefügten Abbildungen der Stigmata von Bombyx vinula (Taf. 3. Fig. 30. 31.) und Dytiscus marginalis (Taf. 2. Fig. 29.) vergleichen.

****) Die gewöhnliche Meinung ist, daß die Iris des Fischauges ganz unbeweglich sey, ich erinnere mich wenigstens nicht (wenn ich die, von Steno und Cuvier angegebenen, palmenzweigartigen Streifen des Rochens (Operculum pupillare) ausnehme, welche von oben die Pupille sollen verschließen können), von einem bedeutenden Grad der Zusammenziehungsfähigkeit irgendwo gelesen zu haben, und füge daher eine Beobachtung bei, welche ich dieses Frühjahr an einem Aal machte. Bei diesem Fisch, der durch Stärke der übrigen Muskelkraft sowohl, als durch die Zähigkeit des Bewegungslebens überhaupt, schon bekannt genug ist, fand ich die Iris äußerst beweglich (Ich muß hier zugleich voraus bemerken, daß die Beobachtung an einem, fünf Stunden vorher abgeschnittenen Kopf gemacht wurde, den ich eigentlich der Gehörwerkzeuge wegen untersuchte und wobei ich das Gehirn zum Theil herausgenommen und den Trigeminus bedeutend verletzt hatte; vielleicht ist daher bei'm lebenden Thiere die Lebendigkeit der Bewegung noch bedeutender). Die Pupille zog sich sehr lebhaft im Licht zusammen, während sich

weglichkeit und Reizbarkeit immer mehr zuzunehmen. Bei Fröschen und Feuerkröten ist die Beweglichkeit der Iris auf Einwirkung des Lichts schon recht gut zu beobachten *) und wahrscheinlich bei den meisten Amphibien vorhanden, jedoch habe ich über Eidechsen ꝛc. keine Erfahrungen anstellen können; nur an einer Testudo marginata bemerkte ich, wie Albers,**) an der Riesenschildkröte, Spuren von Contraction. — Sollte ferner nicht aus dieser genetischen Beziehung auf die Athemwerkzeuge der Insecten und Würmer jener wunderbare Consensus zwischen Iris und Lunge mehr Klarheit bekommen, da wir wissen, daß analoge Theile vor allen andern mit einander in Sympathie stehen? Sollte die Pupille nicht schon deßwegen, weil sie ein Stigma ist, das nur, sinnig geworden, Licht athmet, statt Luft, in solche sympathische Verbindung mit den Darmlungen treten können, daß nicht allein bei den Vögeln, wie es Mehrere bei den Eulen beobachtet haben, sondern selbst bei'm Menschen, wie mein eigenes Auge mir den Beweis führt ***), die Zusammenziehung und Ausdehnung der Pupille mit den analogen Bewegungen der Lunge gleichmäßig schwankt?

zu gleicher Zeit die des andern Auges, was in der Dunkelheit lag, sehr erweiterte. Die Zusammenziehung war zwar nicht so schnell, wie im Auge des Vogels, oder Säugethiers, aber doch noch so rasch, daß in drei bis vier Secunden die Pupille bis auf ein Drittel ihres Durchmessers verengert war. Ich wiederholte die verschiedene Application von Licht und Finsterniß mehrmals, um mich von der Beständigkeit der Erscheinung zu überzeugen, und schnitt dann in der sechsten Stunde die Hornhaut eines Auges durch und zum Theil weg, so daß ein großer Theil der Iris bloßlag und die wässerige Feuchtigkeit, sammt einem Theil des Glaskörpers, ausfloß. Dennoch zog sich sowohl gleich darauf, als selbst eine Stunde nachher, die ganz bloßgelegte Iris in der Dunkelheit ebenso lebendig zusammen und dehnte sich im Lichte aus. Sie stülpte sich in dem letzten Fall mit dem Pupillarrand ganz nach der vorderen Augenkammer zu, wodurch die braune Traubenhaut zum Vorschein kam, gleichsam als wäre sie durch einen am Pupillarkreis liegenden Sphincter zusammengeschnürt und die Traubenhaut auf ähnliche Weise umgekehrt worden, wie es (nach Hallé's Beobachtung an einer Frau (Magendie, Physiologie, übers. von Heusinger. Zweiter Theil. S. 63.) im Magen der Fall ist, wo unmittelbar nach der Ankunft einer Portion Speisen durch die Zusammenziehung der Kreisfasern die Schleimhaut der Speiseröhre verschoben und wulstig hervorgetrieben wird, oder noch bekannter am After bei'm Misten mancher Thiere, z. B. des Pferdes. Es liefen auf der äußern Fläche der Iris Radialstreifen, aber ob diese Muskelfasern, oder nicht vielmehr Gefäße sind, konnte ich unter dem Microscop nicht unterscheiden. Ich legte den Kopf an einen dunkeln Ort und vergaß ihn weiter zu beobachten. Den Tag darauf suchte ich ihn hervor, um ihn, da er an vielen Stellen schon eingetrocknet war und ich ihn gehörig benutzt zu haben glaubte, wegzuwerfen; indeß da mir eine weite Pupille in die Augen fiel, so setzte ich, der Curiosität halber, die Iris nochmals dem Sonnenlichte aus, und siehe da, die Pupille zog sich wirklich noch zusammen und wenig langsamer, als den Tag vorher. Daß ich mich nicht durch das Augenmaaß getäuscht hatte, davon überzeugte mich eine mehrmalige Wiederholung des Versuchs. Es hatte also bei großer Verstümmlung der Nerventheile (der Sehnerv war jedoch ziemlich unverletzt geblieben) die Iris hier einen bis anderthalb Tage ihre Lebenskraft erhalten; denn für eine todte Ausdehnung durch Einfluß des Lichts kann man sie schwerlich halten, wenn ich auch nicht bestimmen mag, wieviel die Sonnenwärme zur Verengerung der Pupille beigetragen.

*) Auch W. Soemmering (a. O. S. 58. Note 6) bemerkt, daß bei'm Laubfrosch die Pupille im ruhigen Zustand desselben zusammengezogen sey, daß sie sich aber schnell zu einem Dreieck und dann zu einem fast vollkommenen Kreis erweitere, wenn das Thier aufgeregt wird. Etwas Aehnliches fand an demselben Thier Petit bei der Berührung desselben.

**) Himly's ophthalmologische Biblioth. Bd. II St. 2. S. 184.

***) S. hierüb. meinen Aufsatz: Ueber thierische Bewegung und ihre Organe, in Isis, Jahrgg. 1822. H. 7.

§. 35.

Uebrig ist noch, den Inhalt der Augapfelhöhle zu betrachten, doch wird jeder aus den allgemeinen Ansichten, welche ich von diesen drei Sinnesorganen vorn aufgestellt habe, leicht die Bedeutung schließen können, welche ich ihm geben muß. Ich habe bei'm Gehör (§. 15.) bemerkt, daß die Bildung der Steinchen nichts Anderes seyn könne, als die Entwickelung von Gefühlswärzchen, die dort nach dem Bedürfniß der Tonwelt steinig geworden; es wird folglich Linse und Glaskörper, da sie die analogen Contenta des Bulbus sind (§. 14.), auch nichts Anderes bedeuten können. Nicht den ganzen Bulbus darf man, wie Andere *) gethan, mit einem Tastwärzchen vergleichen, denn dieser findet nur in der Bedeutung einer Schleimhöhle oder eines Athemsacks sein Wesen, aber Niemand wird wohl die große Aehnlichkeit, vorzüglich der Linse mit einer Nervenpapille abläugnen können, und man braucht nur den, seiner Oberhaut beraubten Papillarkörper an der Fußfläche eines gekochten Vogelfußes anzusehen, um die bedeutende Aehnlichkeit zu bemerken. Die einfachen Augen der Insecten sind alle die mit der dicken Oberhaut und einer gefärbten Schleimhaut oder Choroidea bekleideten Nervenwärzchen des Kopfs. W. Soemmering **) entdeckte an den einfachen Augen bei Libellula grandis und Aranea avicularia, zwischen der Hornhaut und dem braunen Pigment, eine fast kugelförmige Linse, ich fand bei Raupen, daß die Stemmata aus einer starken, durchsichtigen Oberhautschaale, aus einer hierauf folgenden dunkelbraunen Pigmentlage (Schleimhaut) und aus einem innersten hellgefärbten Hautknöpfchen bestehen. Dieses Knöpfchen, wenn es noch an der Haut wie ein Höcker derselben sitzt, heißt Nervenpapille, hat es sich aber frei gemacht, Linse. Bei den zusammengesetzten Augen ist dasselbe der Fall, nur Alles vervielfacht, und folglich können auch die Linsen der höheren Thiere ebenso, wie die Ohrsteinchen, nur freier gewordene, individualisirtere Hautknöpfchen seyn. Noch deutlicher, glaube ich, wird dieses durch die Betrachtung von Thetys leporina, die von Cuvier ***) genau beschrieben worden. Zu beiden Seiten der Mittellinie des Rückens liegen hier, zwischen je zwei Kiemen, Löcher oder Schleimhöhlen, welche von vorn nach hinten, wie die Stigmata, an Größe abnehmen, und die ich daher mit Meckel ****) und Oken †) für erste wurmartige Andeutungen der Tracheenreihe der Gliederthiere halte. Aus ihnen sieht ein kleiner, schwarzgelber, weicher Tentakel hervor. Vom Auge ist bei diesem Thiere noch nichts zu sehen, aber wohl hat der Kopf an der analogen Stelle jenes Loch, was vor der größeren Kieme (die hier aber zum breiten Tentakel geworden ist) liegt, und aus ihm ragt derselbe kleine fleischige und quergestreifte Fühler hervor, der den übrigen eigen ist ††). Von ihm bemerkt zugleich Cuvier, daß er vorzüg-

*) Troxler's Versuche in der organischen Physik, S. 132.

**) De oculorum hominis animaliumque sectione horizontali. Libellula grandis. p. 73. Tab. III. Die Linse war hier hart, durchscheinend und lag der Hornhaut dicht an; bei Aranea avicularia (p. 74.) war sie gelblich, hinten und vorn gleich convex, hart und lag auch dicht an der Hornhaut. Hinter ihr lag ein, vom Sehnerven entstandener weicher, weißlicher Körper, wahrscheinlich die Retina, hinter diesem endlich schloß eine schwarze Choroidea die Apfelhöhle.

***) Mémoires pour servir à l'hist. des Mollusques. No. VII.

****) Beiträge zur vergleichenden Anatomie, Bd, I. H. 1. S. 17.

†) Naturgeschichte für Schulen. S. 665. *Cuvier*, Mémoires etc. Table *Thetys*, Fig. 1. u. 3.

††) *Cuvier*, Mémoires. Fig. 1. 6.

lich der Sitz des feinen Gefaſts zu seyn scheine, welches das Thier hat. Was ist dieser Anderes, als die noch langgestreckte Linse der Schnecken? denn betrachte man nun dieselben Theile von Scyllaea pelagica, von welcher auch Cuvier *) bemerkt, daß ihre Tentakeln sehr viele Aehnlichkeit mit denen von Thetys haben, so wird man den augenscheinlichen Uebergang zu Helix u. a. nicht verkennen können. Sie haben die Gestalt von breiten, gewellten Blättern, sind oval zusammengedrückt und an ihrer Wurzel schmäler, als an der Spitze; ihr vorderer Rand, oder ihr oberes Ende ist doppelt, d. h. hat eine Vertiefung, und aus diesem Loch tritt ein kleiner, kegelförmiger Höcker hervor, der vom Thier auch etwas verlängert werden kann. Der Bau ist also wirklich ganz der von Thetys; denn dieser Höcker ist nichts Anderes, als der, welcher bei Thetys der feinfühlendste Theil zu seyn scheint. Da nun wohl Niemand läugnen wird, daß die großen Fühlhörner der Schnecken, theils als ihre vorzüglichsten Tastwerkzeuge, theils der Lage nach, jenen Tentakeln von Thetys und Scyllaea entsprechen, so müssen wir jene Höhlen und Gefühlshöcker an der analogen Stelle derselben wiederfinden, folglich an ihrer Spitze oder Basis. Bei Helix sitzt aber (wie bei Scyllaea ein Höckerchen, was aus der Höhle hervorragt) an der Spitze des Fühlhorns die Linse, welche weit aus ihrem braunen Augapfel hervortritt, was man hauptsächlich deutlich bei'm ausgestrecktesten Zustand des Fühlers sieht, während bei schlafferem Tentakel das Schneckenäuglein durch das Zurücktreten seiner Linse ebenso flacher wird, als der tastende Tuberkel von Thetys oder Scyllaea im erschlafften Zustand des Tentakels kleiner ist. Es ist folglich die Linse jener Höcker, und da dieser bei Thetys ein Fühlfaden ist, so kann man sagen: Die Linse ist der das Licht betastende Fühler des Auges, der aus der Schleimhöhle des Apfels anfangs hervorragt, nach und nach aber immer mehr zurücktritt und so von einer conischen Tentakelgestalt durch die Kugel der Fischlinse zu einer platten Vogel- und Säugethierform übergeht. — Was bei der Gattung Helix an der Spitze des Fühlhorns sitzt, wie bei Scyllaea, liegt bei Planorbis noch, wie der Tuberkel von Thetys, an seiner Wurzel, und so entsteht die sonderbare Wanderung des Auges in der Schneckenordnung, von welcher einige Gattungen (wie Planorbis, Aplysia, Phylirrhöe Bucephalus u. s. w.) den Augenhöcker an der Basis des Fühlhorns, andere in der Mitte desselben an seiner äußern Seite (Conus), noch andere endlich an dessen Spitze (Helix) tragen. Merkwürdig ist ferner der Spalt von Pleurobranchus Peronii, welcher vom Auge herab an der äußeren Seite des Tentakels fast bis an dessen Wurzel läuft **) und wahrscheinlich nur andeutet, wie jene Wanderung des Sehorgans nach der Spitze an der äußeren Seite geschehen ist. Jedoch ist der ursprüngliche Sitz des Auges ohne Zweifel an der Basis der Fühlhörner, wie sich dieses auch durch die Entwickelung des Bulbus aus der Tracheenreihe ergiebt, und das Hinaufsteigen an ihnen ist nur ein Seitenweg der Natur; denn denselben Ort nehmen die Augen aller übrigen Thiere ein, bei den Sepien und besonders deutlich in den Insecten kehrt diese Lage unter den Antennen immer wieder und auch alle Wirbelthiere zeigen bekanntlich denselben Typus. — Ich brauche nun wohl kaum weitläuftig zu beweisen, wie die Linse, wenn sie ursprünglich ein Tentakel ist, dann nothwendig auch ein Stück des Papillarkörpers seyn muß, was ich oben behauptet.

*) *Cuvier*, l. c. T. *Scyllaea*, Fig. 1. 3. 4. 7. A. A.

**) *Cuvier*, Mémoire etc. No. VIII. Fig. 4. p.

Wie Schuppen-, Haar-Bildungen und Tastwärzchen sich in einander umwandeln, ist wohlbekannt, und jene, durch die vorherrschende Oberhautentwickelung ausgezeichneten Theile und die der Empfindung dienenden Nervenwärzchen stehen wahrscheinlich nur aus diesem Grunde im umgekehrten Verhältniß zu einander. Was hier als Haare, oder gegliederte Fühlhörner über die Haut heraustritt, zieht sich dort ganz zurück und heißt dann Nervenwarze oder Linse. Man kann den Uebergang des Papillarkörpers in breite, schuppige Bildungen leicht an einem Vogelfuße erkennen: an seiner Vola zerfällt Alles in feine runde Wärzchen, welches mit einer festen Oberhaut überzogene Tastwärzchen sind, je weiter man nach den Seiten und dem Rücken des Fußes heraufgeht, desto größer und flacher werden die Papillahöcker, und ihre Epidermis bildet so hier die Schuppen des Fußrückens. — Ist aber die Linse ursprünglich eine Tastwarze, die (z. E. selbst noch in den Schnecken) anfangs mehr mit der Schwere, als mit dem Licht im sympathischen Verhältniß steht, so wird sie auch, da der Papillarkörper nur eine entwickeltere Lederhaut ist, von dem Boden der Augapfelhöhle aus heraufwachsen und erst später sich lösen, ungefähr so wie im Zahnsack von der Basis der inneren Haut der Zahnkeim emporschießt, oder im Steinsack des Labyrinths nicht selten ein Steinchen an einem Fortsatz der innern Fläche desselben anhängt. Wirklich konnte ich auch nicht bei der Verwandlung der Raupen in den Puppenzustand bemerken, daß die, ihres Pigments und ihrer Oberhautschaale beraubten Contenta der Stemmata frei gelegen hätten, sie saßen vielmehr wie runde Wärzchen auf der Haut selbst fest und bildeten so in der That nur Nervenpapillen. Mit höherer Ausbildung scheinen diese frei zu werden und sich in die Linse zu verwandeln. Der Papillarkörper scheint dieselbe Entwickelungsweise zu haben. Jene Wärzchen am Vogelfuß sind noch weiter nichts, als Höcker der Lederhaut, welche innig mit ihr zusammenhängen, dagegen sollen, nach Meckel *), bei'm Menschen die Tastwärzchen in Furchen der Lederhautfalten liegen und sind also wohl hier von ihr schon mehr getrennt.

Ist dieser Entwickelungsgang am Auge richtig, so ist eine fernere nothwendige Folge, daß Linse und Glaskörper ursprünglich Eins seyn müssen und daß von dem, anfangs gleichförmigen Sehtentakel erst später der hintere Theil zu Glaskörper, der vordere zu Linse wird. Dieser Schluß wird auch auffallend durch das niedere Thierreich bestätigt und nicht weniger durch die Entwickelung des Fötusauges, von welchem letzten Kieser sagt, daß anfangs Linse und Glaskörper noch nicht geschieden seyen. Fragt man jedoch, welcher Theil der früher entwickelte sey, so muß man ohne Zweifel die Linse nennen. An den einfachen Augen der Insecten kann man bloß Einen gleichartigen Inhalt bemerken, von den Mollusken will zwar Swammerdam **) in der Weinbergsschnecke neben der Linse auch einen Glaskörper entdeckt haben, aber weder Stiebel ***), noch Blainville ****), thun seiner Erwähnung, alle aber kommen

*) Menschliche Anatomie, Bd. I. S. 582. 584. Auch Béclard (Zusätze zu Bichat's allgemeiner Anatomie; übers. von Cerutti. Leipz., 1823. S. 294.) will den Papillarkörper nicht von der Lederhaut getrennt wissen und scheint das Gefäßknospen, mit Gaultier, zu nennen, was Meckel Wärzchen, führt übrigens auch die Furche auf den erhabenen Linien der Lederhaut (Meckel's Nervenpapillen) an.

**) Bibel der Natur, S. 47. Taf. IV. Fig. 8. c.

***) Meckel, Archiv f. Physiologie, Bd. V. S. 206.

****) Principes d'Anatomie comparée, T. I. p. 445.

darin überein, daß die Linse bei den Schnecken ungeheuer groß sey, ja der letzte sagt von Voluta Cymbium, daß die Linse die ganze Höhle ausfülle, so daß man wohl annehmen kann, bei der ersten Ausbildung des Apfels im Thierreich sey gar nichts, als eine Linse vorhanden. Erst nach und nach entwickelt sich der Glaskörper im gleichförmigen Schritt mit der Verkleinerung der Linse und daher stehen, wie bekannt, beide im umgekehrten Größenverhältniß zu einander. Die größte und rundeste Linse ist daher Eigenthum der Cephalopoden, Fische und Amphibien, die kleinste und flachste gehört den Säugethieren und Vögeln. Ganz so ist der Bildungsgang bei'm einzelnen Säugethier und in'sbesondere bei'm Menschen, von welchem man weiß, wie die Linse von der Geburt bis in das Greisenalter zunehmend kleiner und flacher wird, und wahrscheinlich enthält das schwarze Augenpünktchen des vierwöchentlichen Embryo auch nur eine Linse, wie die Schnecken, deren Stufe er gerade um diese Zeit darstellt. Gehörsteinchen und Augensteinchen gehen also Einen Weg, nach Verflüssigung und Verfeinerung richten beide ihr Streben, gleichsam als müßte mit der Idealisirung der Außenwelt, welche empfunden werden soll, auch der Bau der Organe feiner seyn und von der Schwere und Cohäsion, diesen Kennzeichen der niederen Materie, sich immer mehr entfernen.

§. 36.

Nach dieser Auseinandersetzung der Bedeutung der Linse und des Glaskörpers wende ich mich zu einer andern Ansicht derselben, wodurch keineswegs die vorige, nach welcher sie Nervenwarzen sind, umgestoßen, aber wohl, wie ich glaube, mancher einzelne sonderbare Bau zu größerer Klarheit gebracht und das Ganze zugleich auf Luftlöcherbildung bezogen wird. Ist nämlich, wie ich oben (§. 32.) deutlich gemacht zu haben glaube, das Auge das zweite Stigma am Kopf, so werden auch die, in seiner Schleimhöhle emporsprossenden Theile nur Wiederholungen der analogen Fortsätze der Athemhöhlen seyn, also *kiemenartige Vorsprünge*. Wie ich daher im Ohr die Steinchen, als den Inhalt des Labyrinths, für ein Kiemenskelet erklärt habe, so muß ich ihre analogen Theile im Auge auch nur für Repetitionen jener Kiementheile halten, die aber hier das Athmen verloren und sich gegen eine idealere äußere Potenz gekehrt haben. Daß dieß nicht ihrer Vergleichung mit Nervenpapillen widerstreitet, wird jeder einsehen, der weiß, daß auch die Kiemen im Allgemeinen mit ihnen Eins sind und durch dasselbe Band der Metamorphose verbunden werden, was Haare, Federn, Kiemen u. s. w., trotz ihrer Verschiedenheit, dennoch zu einem und demselben Ding macht und den Antagonismus ihrer Entwickelung bedingt. Vor Allem verdienen hier die zusammengesetzten Augen der Insecten eine nähere Untersuchung. Ihr Bau scheint so verschieden von dem der Wirbelthier- und Molluskenaugen, daß eine Vergleichung und nähere Zusammenstellung der einzelnen Theile beider wohl nöthig ist. Der hauptsächlichste Unterschied ist der, daß Alles hier so äußerst vervielfacht ist, was bei den höheren Thierclassen ganz einfach erscheint, wodurch ein einfaches Insectenauge dem eines Wirbelthiers fast ähnlicher wird, als ein zusammengesetztes, obgleich dieß letzte offenbar der eigentliche Vorgänger *unseres* Sehorgans ist. Vom Grund der Augenhöhle schießen winzige und zahlreiche braune Kegel nach der Hornhaut zu und bewirken, indem sie sich an dieselbe mit ihrer Basis anlegen, ihre polyedrische Gestalt. In ihnen fanden alle Beobachter eine deutliche durch-

sichtige Substanz, welche Einige *) für Fortsetzung der Nervenfäden, welche, zahlreich von einem convexen Nervenganglion ausgehend, den Boden des Auges bedecken; Andere **) aber, und zwar richtiger, für einen, dem Glaskörper, oder der Linse analogen Körper hielten. Diese braunen Kegel sind mehr an ihrem vordern oder äußern Ende mit dunklerem Pigment versehen, als hinten, wo alle Kegel mehr Durchsichtigkeit haben, aber wahrscheinlich noch eine Fortsetzung ihrer vorderen Hülle besitzen. Ihr vorderes Ende ist, nach Einigen ***), ganz von der braunen Haut überdeckt, nach Anderen ****) dagegen ist jede Facette mit einer kleinen Pupille versehen. Der Grund des Auges wird durch eine braune, sehr feine Membran gebildet, von der die durchsichtigen Kegel ihren Ursprung nehmen und welche eine sehr dünne Ausbreitung des Sehnervens überkleidet. Dieß ist das Hauptsächliche, was man von der Structur der zusammengesetzten Augen weiß, und von diesen einzelnen Theilen lassen sich manche sehr leicht mit Theilen der Fisch- oder Sepienaugen vergleichen, andere schwerer. Daß der Inhalt der Röhren Linsenbedeutung hat, ist keinem Zweifel unterworfen, eben so wenig, als daß die Ausbreitung des Sehnerven auf dem Grunde des Auges der Retina entspricht. Der Glaskörper oder die Linse ist folglich hier sehr zerfallen, die einzelnen Zellenreihen desselben haben sich als besondere, vom Choroidealpigment umgebene Röhren selbstständiger entwickelt, und es ist daher, zieht man den Kegeln ihre Hülle weg, Alles wie im höheren Auge. Die einzelnen Kegel sind aber ohne Zweifel Wiederholungen der einfachen Augen, die sich hier auf Ein Fleck zusammengedrängt haben, und die Linse hat deßhalb noch ihre braune Pigmenthülle, wie dort. Glaskörper und Linse werden also hier als ein Bündel von der Augenhöhle emporschießender Fäden gebildet, die darin sehr viel Aehnlichkeit mit einem Bündel fadenförmiger Tastwärzchen und folglich, da diese sich häufig als fadenförmige Kiemen darstellen, auch mit einem Bündel Kiemenfäden haben, die aber nicht mehr, ihrer Function nach, so genannt werden können, weil bloß noch die, sie umkleidende, Kohlenstoff absetzende Choroidea, oder Schleimhaut und zahlreiche Luftröhren, welche die ganze Haut durchziehen, übrig geblieben sind, aber schwerlich neben der Lichtfunction, noch eine Athemthätigkeit. So kehrt

*) Cuvier, vergl. Anatomie, übers. von Froriep und Meckel, Bd. II. S. 449. Auch Treviranus (Biologie, Bd. VI. S. 432.) sagt, daß die Sehnerven bis an die Hornhaut gehen, jedoch bemerkte er bei Blatta orientalis (vermischte Schriften, Bd. III. Beiträge zur vergl. Anat. und Phys. d. Sinnorg., S. 150.) zwischen Hornhautfeld und Sehnerven noch eine durchsichtige, gallertartige, dem Glaskörper analoge Materie, welche einen dunkelvioletten Körper (also einen Choroidealkegel) ausfüllte, an dessen Spitze sich die Sehnervenfäden fibrös vertheilten. Dieser Linsen- oder Glaskörperinhalt fehlt indeß schwerlich nicht allein den nächtlichen Insecten, sondern auch jedem andern, da ein Auge kaum denkbar ist ohne dieses Hauptorgan. Auch will Marcel de Serres (sur les yeux composés et les yeux lisses des Insectes. Montpell., 1813. p. 109.) in den zusammengesetzten Augen der Dämmerungsvögel eine Art Krystallinse nebst Feuchtigkeiten von verschiedener Dicke gefunden haben.

**) Blainville, a. O. S. 434.

***) Swammerdam, Bibel der Natur, S. 197. Cuvier, a. O. S. 448.

****) Bei der Schabe fehlt, nach Treviranus, vorn das dunkelviolette Pigment und der Glaskörper stößt frei an die Hornhaut, so daß also bei diesem lichtscheuen Insect ebenfalls eine vollkommene Pupille vorhanden ist, wie sie Blainville (a. O. S. 434.) bei einer großen Heuschrecke gefunden haben will und womit wahrscheinlich die Photophobie jenes Thiers zusammenhängt.

also auch im Auge mehr oder weniger jene Bildung zurück, welche an die Athmungsorgane erinnert und gerade hier bei den Insecten, wo der Tracheenbau so vervielfacht ist und um jeden Trachealsack oft ein großes Bündel Luftröhrenzweige gedrängt herumliegt, daß man glauben sollte, jene zahlreichen Kegel ihres zusammengesetzten Auges seyen nur die Wiederholung jener.

§. 37.

Hierher sind noch einige andere Theile des Auges der vier höhern Thierclassen zu zählen, die ihre genetische Bedeutung nur im Insectenauge, theils aber auch in Kiemenvorsprüngen zu haben scheinen. Was im zusammengesetzten Auge der Gliederthiere vervielfacht war, wird hier einfach und schmilzt in Eine Masse zusammen. Die polyedrische Hornhaut wird glatt und kehrt vielleicht bei den Fischen nur wieder im Auge vom Panzerfisch, dessen Bindehaut, nach Cuvier *), mit denselben sechseckigen Abtheilungen geziert ist, welche den übrigen Körper auszeichnen (an Larven des Erdsalamanders und einiger andern Amphibien fand ich auch, daß die Flecken des übrigen Körpers sich über diese Haut fortsetzten). Die tausendfache Pupille wird eben so einfach, wie die Hornhaut, und nur in der doppelten Sehe von Anableps Tetrophthalmus **) möchte ein schwacher Wiederschein unter den Wirbelthieren zu finden seyn. Linse und Glaskörper zerfallen dort zehn- und zwanzigtausendfach, hier sind sie in Ein Ganzes vereinigt, was vielleicht nur noch in den Zellenreihen des Glaskörpers Spuren jener ursprünglichen Theilung in die vielen Kegel übrig gelassen hat, und nicht weniger geschieht dieß mit den übrigen Theilen. Jene Choroidealumhüllungen der einzelnen Glaskörper oder Linsen, welche bei den Insecten bis auf den Grund des Auges gehen, verschwinden sehr schnell, treten jedoch, wie es scheint, in den Wirbelthieren zuweilen einzeln und in verschiedenen Formen wieder auf. Bei den Sepien schon ist Glaskörper und Linse fast ganz klar, nur Blainville ***) bemerkt, daß er bei den frischesten Exemplaren den ersten, trotz seiner Durchsichtigkeit, doch immer lebhaft schwarz gefärbt gefunden habe. Sollte dieß nicht auf Ueberbleibsel der Choroidealscheidewände des Glaskörpers hinweisen? Bei denselben Thieren (Achtfüßler) ist überdieß die, aus den Fäden des Sehnerven zusammengesetzte Retina innerlich mit einer Lage von braunviolettem Pigment überdeckt ****), was, nach Treviranus †), aus Fäden zusammengesetzt ist, die, dicht an einander liegend, auf der innern Wand der Netzhaut senkrecht stehen, bloß an ihren Enden mit Färbestoff bedeckt sind und nicht genau an der Netzhaut hängen. Was können diese sonderbaren Fäden Anderes seyn, als Rudimente der Pigmentumhüllungen der zahlreichen Glaskörper der Insecten, welche sich nur hier auf den Grund des Auges bis an die Retina zurückgezogen haben, so daß die mittleren Zellenwände des Glaskörpers ganz durchsichtig geworden sind? Ein anderer Theil, welcher dem Glaskörper angehört, ist der Fächer der Vögel,

*) Vergleichende Anat., S. 376.

**) *Soemmering*, de oculor. etc. sectione horizont p. 68. Meckel, Archiv für Physiologie, Bd. IV. S. 125. Rudolphi, Physiologie, Bd. II. S. 198. Anm. 6.

***) a. O. S. 442.

****) *Cuvier*, Mollusques etc. p. 39.

†) Vermischte Schriften, Bd. III. S. 155.

und auch in diesem, allerdings sonderbaren Organ scheint der Insectenbau zurückzukehren, bei einer Thierclasse, die ohnedieß soviel Insectenähnlichkeiten darbietet. Hier scheinen die Choroidealüberzüge der einzelnen Glaskörperkegel in der Mitte stehen geblieben zu seyn und durch Verwachsung mit einander eine faltige Haut gebildet zu haben. Dafür spricht theils seine Anheftung an die Linsencapsel, theils sein Zusammenhang mit den Zellenwänden des Glaskörpers. Seine einzelnen Falten wären daher vielleicht als einzelne halbe Pigmentkegel zu betrachten, welche aus der Insectenwelt herstammen. — Was aber der Fächer für den Glaskörper ist, mögen für die Krystalllinse die Ciliarfortsätze seyn. Auch sie legen sich nicht bloß an diese vordere Tastwarze des Auges an, sondern dringen selbst bei manchen Thieren (z. B. den Sepien) in eine Kreisfurche, welche die Linse in ein vorderes kleineres und ein hinteres größeres Stück trennt, und heften sich hier fest an, wie der Fächer an die Zellenwände der Hyaloidea. Sie wären also vielleicht auch nur Ueberreste jener Vervielfachung der Linse bei den Insecten und zögen sich nach und nach bis an ihre Peripherie zurück, womit aus einer Röhrenbildung ein ähnlicher Faltenkranz entsteht, welchen die zierlichen, mit regelmäßigen Blutgefäßen geschmückten Blätter des Fächers zeigen. Darf man nun, wenn die Einheit jener Theile zugegeben werden muß, nicht die Ciliarfortsätze und vorzüglich den Fächer mit Kiemenvorsprüngen vergleichen, welche jetzt mehr in Beziehung zum Licht, als, wie früher, zum Sauerstoff der Luft stehen, da der letzte nicht allein durch starke Entwickelung von Kohlenstoff und einen großen Reichthum an Blutgefäßen sich jenen Organen auffallend nähert, sondern auch, gleich einer Kieme der wasserathmenden Schnecken, von dem Grund seiner Lichthöhle nach ihrer Oeffnung zu sich erhebt? Die Pupille, welche die Ciliarfortsätze bilden, unterscheidet sich demnach sehr von der Irispupille, jene hat beständig ihre Beziehung zur Linse, der Vorhang dagegen, welcher die Blendung bildet, steht überall ganz frei. Wenn daher die Ciliarkrone ihre Bedeutung in den Kegeln des Insectenauges findet, so hat die Iris umgekehrt die ihrige in dem Sphincter der Oeffnung, oder im Stigma selbst, was sich später noch einmal wiederholt, als die Augenlider.

§. 38.

Die Lider sind eine vollkommene, nur gröbere äußere Wiederholung der Blendung, wofür ihr Bau ebensowohl, als ihre Bewegung und die genaue Sympathie spricht, in welcher sie zu ihrem feineren Gegenbild im Apfel stehen. Der Muskelbau ist ein sphincterartiger bei beiden, Radial- und Kreisfasern bewegen beide und auch die Form ihrer Oeffnung scheint sich ziemlich in den verschiedenen Thiergattungen zu entsprechen. Wo die Pupille quer ist, scheinen auch die Lider mehr quer gespalten zu seyn, als bei den entgegengesetzten katzenartigen Thieren, wo mit einer senkrechten Pupillenöffnung auch die Liderspalte kleiner zu werden scheint, obgleich natürlich, wegen der Theilung des Lidersphincters in ein oberes und unteres Stück, stets das quere Verhältniß das herrschende bleibt. Am meisten ähnelt die Bewegung der Lider vom schwimmenden Kopf der der Blendung, indem dort das, mit einer kreisförmigen Oeffnung versehene Lid, vermöge eines wahren Sphincters, verschlossen und durch fünf Radialmuskeln geöffnet werden kann. Welche Sympathie daher zwischen beiden stattfindet, beweis't vorzüglich Kieser's*) Ver-

*) Himly's Ophthalmologische Bibliothek, Bd. II. St. 3. S. 100..

such an Vögeln, deren überhaupt sehr lebendige und willkührliche Iris sich, nach abgeschnittenen Lidern, stets erweiterte, sobald der Vogel einen vergeblichen Versuch machte, seine Augenlider zu schließen, und Meckel's *) Erfahrung, daß, so lange bei blindgebornen Thieren die Lider verwachsen sind, auch die Pupillarmembran fortdauert, der sympathischen Bewegung beider im Schlafe, Tod und andern Zuständen nicht zu erwähnen. Was endlich am Stigma eines Insects sich als die hornige Einfassung, welche Peritrem von Audouin genannt worden, darstellt, wiederholt sich am Augenstigma theils als die Tarsusknorpel der Lider, theils, und noch besser, als der Knochenschuppenring der Sclerotica der Vögel, Amphibien und Fische, welcher vielleicht nur darin sein vegetatives Analogon findet.

§. 39.

Eins der sonderbarsten Organe am Auge und vielleicht am ganzen Organismus sind die Thränenwerkzeuge, welche sich weniger in ihrem Drüsenbau, desto mehr aber in ihren Gängen von allen ähnlichen Bildungen unterscheiden. Denn wo fände sich eine Drüse, welche mit ihrem Ausführungsgang nach außen mündet und den hier, an der convexen Fläche des Auges ergossenen Saft nach einer entfernten Stelle und der entgegengesetzten Seite schickt, damit er von Neuem von einem zweiten Gang aufgesogen werde und sich in einer zweiten Höhle entleere? Den Nasenthränengang für einen gewöhnlichen Ausführungsgang zu halten, verbietet seine Ablösung von der Drüse selbst. Dabei entstehen die Thränenwerkzeuge bei den Amphibien so schnell, daß man kaum errathen kann, welches ihre erste Metamorphose und ihre eigentliche Bedeutung sey. Zugleich sind sie noch so wenig genau untersucht, daß auch dadurch eine genaue Darstellung ihrer Metamorphose fast unmöglich gemacht wird. Um aber auch dieses letzte Hülfsorgan des Auges nicht leer ausgehen zu lassen, mögen einige Schlüsse unterdessen das ersetzen, was das anatomische Messer noch nicht liefern kann. Bekanntlich hat kein Anatom bis jetzt bei den Fischen Spuren von Thränenwerkzeugen gefunden und auch ich kann mich nicht erinnern, jemals etwas ihnen Aehnliches bei meinen Fischzergliederungen bemerkt zu haben. Die Amphibien sind die Thiere, bei welchen sie zuerst erscheinen als ziemlich bedeutende Thränendrüsen, wie sie Cuvier **), Albers ***), Tiedemann ****), Bojanus †) u. A. in den Schildkröten beschrieben haben, denen jedoch Blainville ††) den Nasengang abläugnet. Dieser letzte sah dagegen die Thränenorgane viel entwickelter in der Eidechsenordnung. Bei'm Crocodil fand er nicht allein eine ziemlich große Drüse, sondern auch an dem innern Vereinigungswinkel der zwei Augenlider einen weiten Thränenpunct und einen ansehnlichen Nasensack, welcher an der äußern Seite der Nasenhöhle gelegen und vorn blind endigend, ungefähr in seiner Mitte mit der Nasengrube zu communiciren schien. Ziemlich dasselbe bemerkte er bei Lophyrus, Anolis, Igua-

*) Archiv für Physiologie, Bd. II. Heft 2. S. 136.

**) Vergleichende Anatomie, Bd. II. S. 447.

***) Denkschriften der Münchener Academie, 1808. S. 82.

****) Meckel, Archiv für Physiologie, Bd. V. S. 353.

†) Anatome testudinis europ. Tab. XXVI. Fig. 130. 131. 134. Explicat., p. 135.

††) Anatomie comparée, Tome I. p. 413.

na *). Aus dieser Vollkommenheit läßt sich schließen, daß auch die Fische schon eine Spur davon haben müssen, und wahrscheinlich geben sie hier ihre eigentliche Bedeutung zu erkennen, auf dieselbe Weise, wie die Gehörknochen, die Eustachische Trompete und das Paukenfell, welche auch in der Amphibienclasse zuerst aufzutreten scheinen, ihre vegetativen Vorbilder in den Kiemenwerkzeugen der Fische fanden. Das Organ, was ich für die erste Andeutung der Thränenwerkzeuge bei den Fischen halte, ist dieselbe Seitenlinie, welche als das Mutterorgan der drei höchsten Sinnesorgane zu betrachten ist. Bekannt ist, wie das Auge der Fische mit den zahlreichen Säckchen und Gängen derselben umgeben wird (z. B. bei'm Hecht u a.), welche, nach vorn laufend, häufig in ähnliche Taschen, wie der Thränensack ist, sich erweitern, z. B. im Meeraal, welcher Fisch noch außerdem das Eigne darbietet, daß derselbe Canal, welcher eben einen Blindsack gebildet hat, in den Nasenröhren mit drei Oeffnungen ausmündet (s. S. 17.). Fügt man nun noch hinzu, daß, wie überhaupt am Schädel die Röhren der Seitenlinie unter den Knochen hinlaufen, auch diese, zwischen Auge und Nase liegenden Canäle häufig unter die Knochen treten, so kann man wohl keine größere Aehnlichkeit zwischen ein Paar Organen finden, als zwischen ihnen und dem sonderbaren Thränencanal, welcher, gleich einer Eustachischen Röhre, die, von der Drüse abgesonderten Flüssigkeiten in die Nasenhöhle leitet. Die Thränenpuncte wären also nichts, als die äußeren Augenöffnungen jener Röhren, welche oft weit von ihrer nächsten entfernt sind und die Thränen ebenso auffangen, wie sie in den Insecten als Stigmata die Luft einathmen. In der Thränendrüse würden sich mehrere derselben vereinigt und verzweigt haben und auf dieselbe Weise eine Drüsenform hervorbringen, wie dieß an der Entwicklung der Leber, der Bauchspeicheldrüse, Speicheldrüse und anderen bekannt ist. Hierher mögen daher auch vielleicht die Thränenhöhlen mancher höhern Thiere zu rechnen seyn. Zu ihnen allen gehen aber nur vegetative Nerven, Zweige des Trigeminus, und darum bleiben ihre Höhlen auf der Vegetationsstufe stehen und werden Drüsen und saftführende Canäle, während dieselben Säcke und Canäle von Ohr, Auge und Nase dadurch, daß sie einem Hirnganglion entsprechen und eigene Sinnesnerven bekommen, zur Stufe des Geistes emporgehoben werden.

Vergleichung des Ohres und Auges.

§. 40.

Bisher habe ich die Sinne einzeln betrachtet, oder vergleichend nur in dem, worin sie einander entsprechen; um ihren Character aber zu finden, bedarf es der Aufsuchung ihrer Differenzen, was natürlich nicht früher geschehen konnte, als nachdem die Analogie der einzelnen Theile aufgestellt war. Nur diese analysirende Art der Vergleichung führt zur vollkommenen Klarheit der Dinge, da jegliches nur sein Maaß und seinen Stand erhält durch die Verschiedenheit seiner Umgebung, und ich will daher Auge und Ohr und ihre Theile vorzüglich noch in dieser Hinsicht zusammenstellen, besonders da gerade diese beiden es sind, welche in vielfachem Betracht einander am auffallendsten widersprechen. Diesen Widerspruch im Bau, wie im Handeln, erlangen sie aber nur, gleich allem Endlichen, durch ihre verschiedenen Ursachen; denn was uns erzeugt hat, geht theilweis in uns über, und in ihm müssen wir die Gründe unserer Bildungs-

*) a. O. S. 415. 418. Auch Cloquet (Memoire sur l'existence et la disposition des voies lacrymales dans les serpens. Paris, 1823.) beschreibt einen Thränenapparat, der sich bei den Giftschlangen in die Nasenhöhle, bei den Schlangen ohne Hakenzähne in den Mund öffnen soll.

weise finden. Die organische Natur sucht dieß darum in der anorganischen, und es wird folglich auch für die Erkenntniß der gesetzmäßigen Verschiedenheit, welche die einzelnen Sinne von einander trennt, viel durch die Beobachtung ihrer elementaren Objecte gewonnen werden, weßhalb, ehe ich mich zur Anatomie selbst wende, hier über die zwei idealsten Aeußerungen der Elemente, die Tonwelt und die Welt der Farben, noch einige vergleichende Worte, welche vielleicht einer philosophischen Anatomie und Physiologie ihrer Empfindungsorgane etwas nützen.

Daß ein bedeutender Gegensatz Licht und Schall spaltet, erkennt jeder bei einer kaum mehr als oberflächlichen Betrachtung. Nicht mit Unrecht kann man sie mit dem Gegensatz von Sonne und Planet vergleichen und das Auge ein solares, das Ohr ein planetares Sinnesorgan nennen. Am deutlichsten ist ihr Widerspruch, wenn man auf ihre zeitlichen oder räumlichen Verhältnisse sieht. Daß die Tonwelt vorzüglich eine zeitliche, die Farbenwelt eine räumliche Erscheinungsweise der Materie ist, ist schon von andern geistreichen Männern, wie Herder*) und Troxler**), aufgefaßt, aber weder klar, noch mehr als im Allgemeinsten durchgeführt worden, daß eigentlich Physiologie und Physik wenig dadurch gewonnen haben. — Schon die Bildungsweise der Töne und Farben ist eine völlig entgegengesetzte. Die Verschiedenheit der Töne entsteht, wie bekannt, nur durch die verschiedene Schnelligkeit, mit welcher die Schwingungen auf einander folgen, zwischen zwei und dreißig und einigen tausend Schallwellen in Einer Secunde liegt ihre Scale, und ihre Bildung ist also eine rein successive; die Farben dagegen unterscheidet nicht das Nacheinander, sondern nur durch verschiedenes Nebeneinanderliegen von Licht und Finsterniß entsteht ihre Mannichfaltigkeit. Das, was daher die Musik auszeichnet, ist das zeitliche Erscheinen, was die Malerei, das räumliche. Obgleich natürlich auch zur Musik das Zugleichseyn der Töne gehört, so fühlt doch jeder in den Accorden nur Einen Ton, und nur geübten Ohren gelingt es, in ihnen die Terze oder Quinte herauszuerkennen, während dagegen auch der Naturmensch bei'm Sehen sogleich die verschiedenen, neben einander gestellten Gegenstände eines Bildes erkennt und genau von einander zu trennen weiß. Umgekehrt kann in der Musik eine sehr bedeutende Schnelligkeit in der Aufeinanderfolge der Töne stattfinden, ohne daß wir ihre Unterscheidbarkeit verlören, wenn im Gegentheil bei'm Sehen eine schnelle Metamorphose verwirrt und geschwind auf einander folgende Bilder in Eines zusammenfließen, welche im Einklang alle deutlich begränzt erscheinen. Bei'm Sehen erkennen wir also die Mannichfaltigkeit im ruhigen Seyn und Nebeneinander und werden verwirrt durch Schnelligkeit der Metamorphose, welche zur Einheit verfließt, im Gehör umgekehrt tritt die Mannichfaltigkeit der Außenwelt in der Zeit deutlich hervor und fließt zusammen im Nebeneinander. Ja, fragen wir die Aesthetik unserer Sinne, so erhalten wir auch nur die Antwort, daß das Bild die Malerei, der Rhythmus und die Melodie die Musik macht. Ein fortwährend angeschlagener Accord rührt nicht, und wenn er aus den lieblichsten Tönen zusammengesetzt wäre, während gerade die einfachsten Melodien im Allgemeinen die ansprechendsten und natürlichsten sind, und eine vorüberziehende Reihe von schönen, regelmäßigen Gestalten erhebt die Aesthetik unseres Auges bei weitem weniger, als die Gruppe derselben oder das Bild.

*) Metakritik, S. 65.

**) Versuche in der organischen Physik, S. 65. u. f.

§. 41.

Da sich aber die Zeit in der Bewegung darstellt, der Raum in der Form, so ist das Licht zugleich mehr ein Formleben der Materie, der Schall ein Bewegungsleben derselben und das Gesicht folglich ein Formsinn, das Gehör Bewegungssinn. In beiden Potenzen geht der Körper, welcher sie erzeugt, über sich hinaus und beide sind daher ideale Erscheinungen, aber in Farbe und Gestalt reißt sich das Aeußere des Körpers los, im Schall pflanzt sich das innere Bewegungsleben desselben fort, und dem Auge erscheinen daher Formen und die Tiefe mehr flächenartig, dem Ohr der bewegte Körper und sein inneres Leben. Der Schall stammt von Innen und sucht das Innere; was keinen Inhalt hat, hat keine Verwandtschaft zu ihm, die entleerte Glocke einer Luftpumpe ist für ihn kein Gegenstand, dem er sich mittheilen könnte. Das Licht stirbt dagegen im schweren, starren Metall und sucht nur das Expandirte, Flüchtige, so daß man wohl mit Troxler*) sagen könnte, daß das Licht im leeren Raum unendlich und der Schall im erfüllten ewig frei wäre. Bei diesem ihren Verhalten wird natürlich ihr organisches Product denselben Geist an sich tragen und das Auge neben der Räumlichkeit seiner Auffassungsweise das Sinnesorgan für das äußere, das Ohr umgekehrt neben der Zeitlichkeit seiner Empfindung der Sinn für das innere Formleben der Körperwelt. Was wir sehen, sind Gränzen (Flächen und Winkel), die durch die Farben oder das Verhältniß von Licht zu Finsterniß hervorgebracht werden. Es hat daher das Gesicht soviel mit dem Getast überein: auch dieses giebt uns die Erkenntniß des Aeußeren und von Formen, aber nicht durch Hülfe des Lichtes, sondern durch Empfindung der Schwere. Daher ist das Getast der in der Entfernung beschränkteste Sinn, indem ja die Schwerkraft und Cohäsion, welche seine Objecte sind, gerade die engsten Schranken der Körperwelt sind, daher im Gegentheil das Auge das fernwirkendste Sinnesorgan, da das Licht es ist, wodurch ein Körper am weitesten über sich in die Unendlichkeit der Weiträume hinausgeht. Demgemäß liegt in der Schneckenordnung das Auge auf der Spitze der großen Fühlhörner, diesen empfindlichen Tastwerkzeugen, so daß man das Sehen ein ideales Tasten, ein Ferntasten durch die Vermittelung des Lichts nennen kann. Was wir hören, hat zwar auch Formen (die chladnischen Figuren, die doch wohl durch die Luft zu unserem Ohr sich auf ähnliche Weise fortpflanzen, als sie sich auf einem festen Gegenstand dem Auge empfindbar krystallisiren), aber sie sind theils Formen der innern Bewegung der Körper und theils erkennen wir eigentlich nur ihr quantitatives Bewegungsverhältniß, wodurch die Verschiedenheit der Töne gebildet wird (sollte aber nicht vielleicht durch die Verschiedenheit dieser Figuren der Laut hervorgebracht werden?). Daher und aus dem nach Innen Treten des Gehörwerkzeugs mag es kommen, daß das Ohr nie zugleich Tastorgan wird, es mag nun ganz äußerlich sitzen, wie bei'm Krebs, oder zwischen Knochen eingekeilt seyn, wie bei den Fischen, da umgekehrt merkwürdigerweise jedes andre Sinnesorgan zuweilen Theil an dieser Function nimmt. Vom Auge ist es erwähnt, die Zunge dient selbst in den höchsten Thieren noch schwere- und formmessend und die Nase hat diese Thätigkeit im Elephanten und andern schweineartigen Thieren.

*) a. O. S. 93.

§. 42.

Aus der entgegengesetzten Beziehung der Farben und Töne, des Gesichts und Gehörs zu Raum oder Zeit können wir vielleicht Schlüsse machen auf die Verschiedenheit ihrer anatomischen Bildung. Wenn unter den verschiedenen mathematischen Gestalten die Linie der Zeit, die Kugel dem Raum entspricht, so läßt sich auch folgern, daß, nach dem Obigen, das Ohr eine Linienbildung, das Auge eine Kugelform im Einzelnen, wie im Allgemeinen, haben müsse. Wirklich wird dieß auffallend durch eine genaue Vergleichung beider bestätigt, da die sich entsprechenden Hauptheile überall gerade darin von einander abweichen. Der Labyrinthsack und die Apfelblase scheinen von einem und demselben Typus auszugehen, sie sind beide anfangs runde Bläschen: sobald sich aber der Sinnescharacter des Ohres schärfer entwickelt, zieht sich das Labyrinth in die Länge, wie es schon bei den Fischen und allen höheren Thieren der Fall ist, und so entsteht, indem sich der Längssack theilt, die Trennung in Vorhof und Schnecke. Damit entwickeln sich zugleich Canäle, welche am Bulbus ganz fehlen, die halbcirkelförmigen Gänge, die Ausackungen des Sinus impar, der Blasenanhang bei'm Hecht, der Quercanal bei'm Häring u. s. w. und auch der Schneckensack fängt endlich an, sich, gleich einer Spirallinie, aufzuwickeln. Noch deutlicher ist dieß am Inhalt beider Sinnesblasen, an den sich entsprechenden Steinchen und Linse. Schon bei ihrem ersten Auftreten in den Sepien und Fischen sind die ersten eckig und spitzig, also linienförmig gestaltet, während die Linse, sobald sie als Lichtpapille zu wirken anfängt, stets kugelartig ist, womit ihr hinterer Theil, der Glaskörper, übereinstimmt. Am meisten kömmt noch das Steinchen im Vorhof auch späterhin mit der Linsenform überein, aber nicht so die der Schnecke. Ueberall ist vorzüglich der zweite Stein mehr oder weniger in die Länge gezogen, welcher es auch ist, der in den Vögeln und Säugethieren als die Papillenpulpe zwischen den Lamellen des Spiralblatts nach der Linie sich spiral windet. Was also im Auge Eins ist und rund, ist im Ohr dreifach und linienförmig zusammengerollt. Ja, an dieser Spirale nimmt selbst der Nerv der Schnecke Antheil, welcher, nach Scarpa*), wirbelförmig um sich selbst gewunden ist, dergestalt, daß man den ganzen Nervencylinder, wenn man seinen Zellstoff wegnimmt, in eine gerade Fläche auswickeln kann und er sich genau nach den Windungen der löcherigen Spiralfurche bequemt. — Andere Linienformen des Ohrs sind außerdem die Gehörknochen, die übrigens am Auge nicht ihr Nachbild finden, wenigstens sind die Theile, welche ihnen in seiner Gegend entsprechen, nicht im Dienste des Auges. Die Alveolarstücke der Kinnladen sind diese Rippen der vordern Schädelwirbel, wie es für die hinteren, die Kiemenbögen, oder Gehörknochen sind, und was ist wohl der Grund, warum sie sich nicht ebenso an die Oeffnung ihres entsprechenden Sinneswerkzeugs legen, wie die Kette der Gehörknochen an das ovale Fenster, warum hat das Auge keine Gehörknöchelchen, wie es eine Labyrinthsblase besitzt? Die Ursache hiervon liegt theils im Wesen des Auges, theils in Bildungsgesetzen. Das Auge sucht überall sich nicht, wie das Ohr, in Höhlen zu verstecken, sondern vielmehr stets, wie das Licht, was es empfindet, die Oberflächen zu erreichen, und hier an der Hornhaut angebrachte Knochen würden natürlich mehr hinderlich, als förderlich seyn. Dann aber macht die Oeffnung des Auges nicht die Wanderung nach den unteren Theilen seines Wirbelkörpers, wie die des Ohres. Auch dieses ist ursprünglich

*) a. O. S. 91. §. 3.

nicht mit einem Rippenende bedeckt, und kann es nicht seyn, da jene Oeffnung bei'm Rochen der Seitenlinie angehört, woran sich natürlich nie eine Rippe anlegen kann. Diese verschließt sich in den übrigen Fischen und, statt ihrer, öffnen sich am Grund des Gehörwirbels die Seitentheile und bilden durch eine Zwischenwirbelspalte die Fenster, in welche die entsprechenden Rippen, die Gehörknochen, sich ebenso legen, wie in den höheren Thierclassen dieß bei allen übrigen Rippen Gesetz ist. Das Auge hingegen verlegt seine Cornea nirgends, bleibt folglich in der Tracheenlinie und es müssen daher die Rückenstücke der Kiefferrippen stets unter ihm liegen bleiben. — Auch von der Paukenhöhle und der Eustachischen Trompete ist kaum ein analoger Theil zu finden, wenigstens ist die Vergleichung sehr schwierig. Nur zwei Theile können damit zusammengestellt werden: 1) und wahrscheinlich am richtigsten die Spritzröhre hinter dem Auge der Rochen und Hayen, welche ebenso in den Schlund herabführt, als die Eustachische Trompete und, wie der Kiemendeckel- oder Trommelfellspalt, nach außen mündet. Von ihr ist wahrscheinlich die Schläfenröhre der Crocodile ein Ueberbleibsel und vielleicht selbst die Schläfenhöhle der höheren Thierclassen. 2) Der Thränengang, dessen Bein in diesem Fall mit der Pauke verglichen werden könnte. Da ich mich aber oben über die eigentliche Bedeutung der Thränenwerkzeuge erklärt habe (§. 39.), so muß ich diese Meinung, welcher überhaupt so manches Andere widerspricht, für falsch halten.

Auf ähnliche Weise, wie alle übrigen Theile, stehen sich endlich äußerlich die sich correspondirenden Lider und das äußere Ohr gegenüber. Das äußere Ohr wird zum Canal, der am Auge ganz fehlt, und ich kenne kein Thier, wo die Augenlider sich röhrenförmig gestalteten, so daß also am Sehorgan eigentlich nur die Ohrmuschel da ist. Und selbst dieser Deckel scheint am Ohr überall mehr in die Länge gezogen zu seyn und die Ohrmuschel hat daher immerwährend den senkrechten Stand der Augenlider vom Kalmar, während diese letzten bei'm größten Theil der Thiere horizontal liegen. Alles richtet sich nach der äußern Potenz, mit welcher die Sinne sympathisiren. Da das Concentrationsinstrument des Schalls eine Röhre ist, welche an Vollkommenheit zunimmt, je linienförmiger oder länger sie ist, so gestaltet sich auch das Ohr zu einem organischen Hörrohr. Das Licht umgekehrt, was nur durch die Linse zusammengedrängt wird, und je runder sie ist, desto stärker gebrochen wird, bildet sich im Organismus nach als Kugel.

Am allermerkwürdigsten in dieser Beziehung ist aber ohne Zweifel, um noch einmal auf die Nervenwarzen dieser Sinne zurückzukommen, die verschiedene Form der Steinchen und Linse, welche theils in der Verwandtschaft des Sinnesorgans mit seinem Object, theils im ganzen Bau desselben, theils aber auch in der Entstehungsweise ihre Erklärungsgründe findet. Stimmt es nicht mit dem Canalbau des ganzen übrigen Ohrs überein, daß selbst die Steinchen, diese feinsten, die Gefühlwärzchen im Hörwerkzeug darstellenden Concentrationsorgane des Schalls fast immer nach außen concav sind, gleichsam als sollte auch in diesem innersten Urtheil des Ohrs, dem Labyrinth, ein Hörrohr in Miniatur den Schall empfangen und den Tonaccord mit derselben Nettigkeit der strahligen Nervenausbreitung, welche auf der innern Fläche der Steinchen liegt, darbieten, mit welcher die Linse das Farbenbild der Netzhaut zuwirft? Concentration ist ohne Zweifel ihre Thätigkeit und die Töne werden daher auf ähnliche Weise in ihnen gebrochen, wie die Lichtstrahlen in der Linse. Durch die Cornea des runden Fensters werden sie auf das Spiralblatt geworfen und in dessen Linsenpulpe bis zu seiner Spitze, wie in einem soliden, immer

dünner werdenden Hörrohr fortgepflanzt, wobei die einzelnen Fibrillen der Gehörpapillen eben so concentrirend wirken mögen, wie die einzelnen Fasern der Linse, die sich nur im Ohr in eine Linie, am Auge in einen Kreis neben einander gelegt haben. Neben der Liniengestalt haben fast alle, vorzüglich die der Schnecke, diese Aushöhlung, während die Krystalllinse, als der, ihnen im Auge entsprechende Papillartheil, überall vorn mehr oder weniger convex ist und die allgemeine Linsengestalt des Auges wiederholt. Schon das halbeiförmige Steinchen im Achtfüßler ist, nach Weber*) und Pohl**), an der Fläche, wo es an der hinteren Wand des Vorhofs anhängt, convex und mit einem hervorragenden Nabel versehen, an der freien (also äußern) Seite hohl und in der Mitte rauh. Bei'm Blackfisch ist es, nach Scarpa***), ein, einer Schnecke ähnliches Körperchen, was mit einer rundlichen Spitze auf dem Grund des Bläschens aufsitzt und seine ausgehöhlte Fläche aufwärts kehrt. In den Fischen ist dieß fast durchgehends der Fall, oft sehr auffallend (im Bartmännchen). Ein zweiter Grund außer der Aehnlichkeit mit einem Hörrohr und den Erfordernissen ihres Objects, ist vielleicht noch in der Bildungsgeschichte dieser Kalkstückchen zu suchen. Sie bilden sich nämlich von der innern, größtentheils concaven Wand des Labyrinthsacks aus und scheinen ein abgelös'tes Epidermialblatt derselben zu seyn, müssen folglich nothwendig nach dieser Entstehung auswärts hohl seyn, wie ihre Mutterwand selbst.

§. 43.

Eine andere Uebereinstimmung mit ihren Objecten bieten uns die zwei edelsten Sinnesorgane dar, wenn wir eine Vergleichung ihres qualitativen, chemischen Verhaltens anstellen. Der Schall gehört der Schwere und dem Starren an, ist nur die ideale Aeußernng des Erdelements und so krystallisirt sich auch das Ohr aus erdigen Stoffen, und zwar natürlich aus solchen, welche bei der Bildung des Thierreichs aus den Elementen in dasselbe von der Erde übergingen, dem Kalk, der die starre Grundlage des Körpers ist. Knochenbildung ist sein Character und darum ist das Ohr als geistige Wiederholung des Knochensystems von Oken****) u. A. mit Recht angesehen worden. Nur hat man diesen Satz, so bekannt und angenommen er bei den denkenden Physiologen auch ist, nicht zur größten Klarheit gebracht, weil man eine specielle Vergleichung mit anderen Sinnesorganen anzustellen unterlassen hat. Diejenigen Theile, welche am Auge weich und wässerig sind, sind im Ohr hart und erdig. Am Labyrinth verknöchert die Haut, die am Bulbus noch fibrös ist, und schmilzt, wie oben bemerkt worden, mit der Steinmasse der Seitentheile der Ohrwirbel zusammen, während die Sclerotica lose an die Wände der Orbita geheftet ist. Die Sclerotica, welche zwar zuweilen Knochenblätter in sich faßt (Vögel, Schildkröte), erreicht doch nie die Härte, wie das knöcherne Labyrinth. Am auffallendsten ist diese Steinhärte in den Cetaceen und andern verwandten Thieren, z. E. Wiederkäuern, Hirsch, Schaaf, Ziege, Pferd, schon weniger bei'm Menschen und Schwein, und noch dünner, obgleich steinartig, ist, nach Autenrieth,

*) a. O. S. 11—12.

**) Expositio general. anatomica org. auditus etc. p. 2.

***) a. O. S. 9.

****) Dessen Programm über das Universum als Fortsetzung des Sinnensyst. S. 34. u. .

die Masse bei Katze, Hund, Fuchs ꝛc. *). Noch merkwürdiger aber ist die Vergleichung der innern Theile, welche als die Papillarkörper der Sinne ihre Eigenthümlichkeiten am meisten darstellen und deßhalb, bei Bestimmung ihrer Differenz, ohne Widerrede am schärfsten zusammengestellt werden müssen. Die Steinchen bestehen bei den Knochenfischen und Sepien fast allein aus kohlensaurem Kalk **), dem sehr wenig thierische Materie beigemischt ist und haben nur selten eine glaskörperähnliche Unterlage (Torpedo marmorata). Linse und Glaskörper dagegen bestehen gleich anfangs fast bloß aus Wasser, dem noch eine Modification des Eiweißes, dieser wässerigten Grundlage des Thierreichs, sich zugesellt, und nur selten erhält die Linse eine Steinhärte (Schwertfisch). Hier sind die Zellen mit Wasser, dort mit Erde angefüllt. Die Steinchen nehmen daher häufig eine eckige Krystallform an, während die Linse und der Glaskörper die runde Form eines Wassertropfens stets beibehalten und die erste höchstens bei den Sepien in ihrer Mitte eine Ringfurche darbietet, in welche sich die Ciliarfortsätze legen, statt daß die Steinchen an der analogen Stelle scharfe hervorragende Zacken besitzen und höchstens ein Blutgefäß, was an der äußeren Seite des Spiralblatts herabläuft, jene Sepienfurche und den Ciliarkreis andeutet. Im inneren Bau unterscheiden sich ferner beide noch, daß die Linse aus vollkommenen Kugelschaalen, die Steinchen bloß aus Blättern, gleich einer Muschelschaale, zusammengesetzt sind, wovon die Ursache wahrscheinlich die ist, daß die erste sich vom Mittelpuncte aus bildet, die Steinchen dagegen von der äußern Seite aus, so daß die innersten, der Labyrinthwand anliegenden Lamellen, wie an den Muschel- und Schneckengehäusen, die letzten sind. Darum sind die äußersten Schaalen der Steinchen, gleich denen der Auster, die kleinsten, darum bei der Linse der Kern am härtesten. Noch ein anderer Unterschied, welcher sich nicht aus den vorigen Principien ableiten läßt, bietet sich in Hinsicht auf die feinen Fibern, dar, welche an beiden zu erkennen sind. Die Linse zerfällt bekanntlich in ihrer Axe (also, wenn man sich das Sinnesorgan vollkommen seitlich gestellt denkt, von vorn nach hinten) in sehr feine, fast parallele Fasern, die Steinchen umgekehrt von außen nach innen, dort ist das Centrum der zusammenlaufenden Fasern vorn und hinten, hier umgekehrt der äußere und innere Mittelpunct (s. Taf. 4. Fig. 9. 10.).

§. 44.

Man kann daher mit Recht sagen, daß das Ohr eine geistige Darstellung des Erdelements und das Hören ein geistiger magnetischer Act sey. Umgekehrt treibt uns die ganze Organisation des Auges, es für eine geistige Wiedergeburt des Wasserelements zu erklären. Verschiedene, am Ohr erdige, hier wässerige Bildung der Sinnespapillen, Anhäufung von Drüsen und Muskeln und großer Reichthum an Gefäßen, die ganze Tropfengestalt des Auges und seiner Haupttheile und manches Andere stimmen dafür. Es giebt kein höheres Sinnesorgan, wo eine so große Masse von verschiedenen Drüsenbildungen sich anlegte, als hier. Man denke an die oft doppelten Thränendrüsen, an die Meibom'schen, an die Bälge

*) Reil's und Autenrieth's Archiv für Physiologie, Bd. IX. Sp. 2. S. 332.

**) Nach der gütigen Analyse meines hiesigen Collegen, Hrn. Dr. Goebel, bestehen die Steinchen von Perca Lucioperca aus 99,91 kohlensauren Kalks nebst 00,06 kohlensaurer Talkerde.

der Carunkel und an die Harderſche Drüſe *), ja im Apfel ſelbſt bildet ſich in der Choroidealdrüſe etwas Aehnliches. Welche Mannichfaltigkeit ferner in dem animalen Syſtem, welches offenbar eine edlere Wiederholung des Blutſyſtems, dieſes organiſchen und vegetativen Repräſentanten des Waſſerelements iſt, dem Muskelbau! Außer den gewöhnlichen ſechs Augenmuskeln haben die Wiederkäuer und Pferde noch den choanoideus oder suspensorius oculi, welcher ſich ſelbſt bei den Fleiſchfreſſern und Fiſchſäugthieren in vier Theile ſpaltet, wodurch alſo nicht weniger als zehn Muskeln für den Bulbus allein entſtehen **). Derſelbe Bau iſt in den Schildkröten, im Krocodil, und nicht weniger haben die Fröſche und Kröten einen großen trichterförmigen, in drei Theile geſpaltenen Muskel, welcher den Sehnerven umfaßt. Rechnet man dazu, daß im Delphin ***) auch der untere ſchiefe Augenmuskel in zwei Theile zerfällt, ferner, daß ſelbſt im inneren Auge bei manchen Thieren ſich Muskeln zu entwikkeln ſcheinen (wie namentlich Thomas ****) im Rhinoceros vier muskelartige Bänder zwiſchen Sclerotica und Choroidea gefunden hat, nach Bauer's Behauptung von der Glashaut nach der Linſenkapſel, Muskelbündel bei Vogel, Säugethier und Menſch laufen †), ſo kann wohl, ſieht man noch auf die Beweglichkeit der Lider und Iris, kaum eine größere Vielſeitigkeit des Mechanismus ausgedacht werden. — Wie todt und ausgetrocknet iſt dagegen das Ohr! Ruhend und ſtarr, tief in den Schädel eingeſenkt, empfängt es reactionslos die Eindrücke der Tonwelt. Am Ohr wiſſen wir von keinen Thränen, die aus ſeiner verkümmerten Drüſenbildung hervorſchwiſten, wenn das Gemüth in Aufruhr iſt. Der Theil, welcher dem Bulbus entſpricht, das Labyrinth wird faſt nie bewegt, und nur in ſeinen äußeren Anhängen iſt noch eine winzige Bewegung übrig geblieben. Treviranus ††) allein fand bei'm Schellfiſch an der innern Wand der knöchernen Labyrinthshöhle einen längslaufenden Muskel, der zur Haut des Steinſacks ging, einen ähnlichen will Camper †††) bei'm Hecht entdeckt haben, welchen er den Tensor bursae nennt, der aber natürlich nicht mit dem Tensor tympani, ſondern, wie jener im Schellfiſch, nur mit den Muskeln des Bulbus, dem Choanoideus, oder einem andern der ſechs gewöhnlichen verglichen werden darf. Je niederer das Ohr iſt und je mehr es noch zu anderen Functionen in Beziehung ſteht, deſto beweglicher iſt es, je mehr ſich aber in ihm der eigentliche Sinnescharacter ausbildet, deſto mehr verſchwindet ſelbſt an ſeinen äußern Anhängſeln die Bewegungsfähigkeit. Der lebendige Kiemenbogen mit ſeinen ſtarken Muskeln und ſeiner energiſchen Bewegung ſchrumpft zuſammen zu der winzigen Kette der Gehörknochen und ihren Muskelfädchen, denen ſelbſt neuere Schriftſteller ††††) wunderlicher Weiſe den Muskelcharacter abſprechen

*) Die Harderſche Drüſe ſcheint dem dritten Lid anzugehören, indem ſie hier bei Vögeln und Säugthieren ihren Ausführungsgang hat, die Thränendrüſen dagegen gehören dem oberen und unteren Lid zu, wie ſich die Parotis und Maxillarſpeicheldrüſen an beide Kinnladen vertheilen, indem ſie im Allgemeinen (vorzüglich bei den Vögeln) im hinteren oder äußeren Winkel ihren Ausführungsgang öffnen.

**) Cuvier, a. O. S. 429.

***) Blainville, a. O. S. 338.

****) Philos. Transact. 1801. p. 149.

†) Philos. Transact. 1822. p. 76. Meckel's Archiv f. Phyſ. Bd. 8. H. 2 S. 411.

††) Biologie, Bd. VI. S. 400.

†††) Kleinere Schriften, Bd. II. St. 2. S. 22.

††††) *Magendie*, Journal de Physiologie expériment. T. I. p. 341. etc. Auch Treviranus (Biologie, Bd. VI. S. 376.) hält von den Hammermuskeln nur den Tensor tympani für einen wirklichen Muskel, dagegen die ſogenannten Erſchlaffer des Trommelfells bloß für Theile, welche zur Befeſtigung des Hammers dienen.

wollten. Die gefäßreichen Kiemenfasern, das einzige Drüsenähnliche, was man, der Größe nach, den Thränendrüsen entgegensetzen könnte, verschwinden, und es bleibt bloß das dürre Skelet am Labyrinth hängen. Das äußere Ohr, kaum in den niederen Säugethieren mehr herausgerückt, ist beweglicher, als bei den höchsten, da dieser äußere Theil des Gehörorgans bei den Affen und am vollkommensten in der edelsten menschlichen Art, dem Kaukasier, ganz für die Bewegung abstirbt und nicht als der schönste Theil des Gesichts hervorsteht. Man kann daher wohl mit Oken sagen, daß das Ohr eine Wiederholung des Knochensystems, aber nicht, daß es Repetition des Muskelsystems sey, da es offenbar, im Verhältniß zum Auge, sehr im Nachtheil steht. Ganz anders ist es am Auge! Bei den Sepien, Schnecken, Insecten unbeweglich hervorragend, bei den Fischen rhythmische Bewegungen erlangend, kommt der Apfel endlich in den Säugthieren und dem Menschen zu der größten Lebendigkeit der Bewegung, wie man dieß leicht, bei Vergleichung der Lebendigkeit eines Affenauges und der, durch Knochenschuppen beschränkten Beweglichkeit eines Vogelauges, erkennen kann. Nicht weniger muß man dasselbe von den Augenlidern behaupten, welche, wie Rosenthal mit Recht sagt *), in ihrer größten Freiheit und Beweglichkeit im Menschen hervortreten und nur unvollkommen bei Vögeln und Amphibien durch das dritte Augenlid ersetzt werden. Mit dem Mangel der Beweglichkeit hängt die große Unwillkühr des Ohrs zusammen. Unbeweglich steht es bei'm Menschen jedem beliebigen Ton offen und uns ist es versagt, vermöge des Willens das Organ durch sich selbst dem Schall zu verschließen, während umgekehrt am Auge die Willkühr bei'm Menschen fast die höchste Stufe zu erlangen scheint. Dadurch wird das Auge zum Spiegel zweier Welten, der subjectiven, wie der objectiven, das Ohr dagegen zu einem leidenden Sinn; hier herrscht bloße Empfindung, dort zugleich Lebendigkeit des Reactionsvermögens, und damit mag es auch zusammenhängen, daß die subjectiven Sinneserscheinungen im Auge, wo das ganze Organ so lebendig ist und bei dem kleinsten Reiz reagirt, so häufig, im Ohr umgekehrt so selten sind. Solcher subjectiven Reactionen giebt es im gesunden Ohr vielleicht gar keine. Wir hören selten einen Ton nachklingen, wie im Auge die Formen und Farben sich wiederholen, nie einen Mollton nachhallen, wenn der Durton unser Ohr gereizt hat, während das Auge sogleich eine, der reizenden entgegengesetzte Farbe hervorruft. Das, was man für Reactionen im Ohr ausgiebt, möchte ich kaum für etwas Anderes, als für ein Empfinden des sausenden Blutlaufs halten. —

Woher übrigens dieses umgekehrte Verhalten beider Sinnesorgane, was wohl mit der verschiedenen Beweglichkeit ihrer elementarischen Vorbilder, des Wassers und der Erde, aber nicht mit ihrer Beziehung auf Raum und Zeit, noch mit ihren Sinnesobjecten, Farbe und Schall, zusammentrifft? Die Zeit ist das ewig bewegliche, der Schall hauptsächlich in der Zeit erscheinend, und dennoch ist das Ohr bewegungslos, der Raum das ewig ruhende, das Auge der Formsinn, und dennoch höchst beweglich. Vielleicht ist es aber eben jene Beziehung auf Raum und Zeit, welche dieß verkehrte Verhältniß des Subjects und Objects hervorruft. Das Gehör richtet sich gegen eine ideale Bewegung der Körper, bedarf daher nicht der Bewegung des eigenen Organs und ist todt und ruhend, das Gesicht kehrt sich gegen den ruhenden Raum und das stillstehende Bild und erlangt vielleicht dadurch seine größere Beweglichkeit. Ich komme weiter unten noch einmal darauf zurück.

*) Reil's Archiv für Physiologie, Bd. X. H. 3. S. 419.

Der allgemeine Gegensatz, welcher die eigentlichen Sinnestheile des Auges und Ohrs von einander trennte, spricht sich endlich noch in den Absonderungen ihrer äußern Anhängsel aus. Was man am Ohr mit den Thränendrüsen vergleichen muß, sind ohne Zweifel die Talgdrüsen des äußeren Gehörgangs, die das Ohrenschmalz absondern. Betrachtet man aber das chemische Verhältniß der Thränen und dieses Sebum zu einander, so kann man auch hierin wiederum die Beziehung des Auges auf das Wasser, des Ohres auf Erde und Luft erkennen. Am Auge entwickelt sich eine gesäuerte, gesalzene Flüssigkeit, und ist es nicht der Sauerstoff, welcher der vorwiegende Bestandtheil des Wassers ist, und ist es nicht das Salz, was das Wasser auf mineralischer Stufe ausdrückt, wie Oken nicht ohne Grund bemerkt? Das bittere Ohrenschmalz im Gegentheil enthält nicht als vorwiegendes Element den Sauerstoff, sondern den Kohlenstoff, und ist es nicht wiederum dieser, welcher wahrscheinlich der Grundstoff der Metalle und der Erde überhaupt ist? Ich möchte daher das Ohr mit der Leber, das Auge mit den Harnorganen zusammenstellen, insofern unter den Hauptdrüsen des Rumpfs die erste mehr Beziehung auf die Erde, die zweiten auf das Wasser haben *). Auch wird dieses durch die Sympathie gerechtfertigt, welche hauptsächlich zwischen Ohr und Leber, weniger auffallend zwischen Nieren und Auge besteht.

Wenn aber im Bau des Auges diese Beziehung auf das Wasserelement klar vorliegt, so fehlt die wichtigere Beantwortung der Frage: In welchem genauen Verhältniß steht die Wasserbildung zu dem Licht? Ist das Licht, was wahrscheinlich ist, eine Ausströmung des Wassers, wie der Schall eine ideale Aeußerung der Erde genannt werden muß Nur an dreierlei habe ich hierbei unwillkürlich gedacht: 1) an die wahrscheinliche Wasserkugel des Sonnenkörpers; 2) an das Leuchten des Meeres, was schwerlich bloß auf Medusen und anderen Mollusken beruht; 3) an die nahe Verwandtschaft des Sauerstoffs (des hauptsächlichen Wasserbestandtheils) zum Verbrennungsproceß, weßhalb Schelling diesen Stoff als die materielle Basis des Lichtprincips ansah **). Die Physik mag hierüber der Physiologie das Urtheil abnehmen.

Viertes Kapitel.

Von der Nase.

§. 45.

Erde war das Eigenthümliche der Ohrbildung, wie sein Object ein Erzeugniß des Starren, Wasser war der Character des Auges, wie das Licht eine geistige Ausdünstung des Wasserelements und Luft ist es endlich, welche ihren Genius in dem Bau der Nase auf organisch-geistiger Stufe fortpflanzt und mit diesem Sinn vor allen anderen Elementen eben so genau sympathisirt, wie mit den Gerüchen. Wo keine Luft ist, entwickeln die sonst riechenden Stoffe keine Gerüche und diese scheinen noch mehr auf die

*) S. mein Programm de pulmonum Quadruplicitate. Jenae, 1823.

**) Ueber die Weltseele. 1809.

Luft beschränkt zu seyn, als die Gegenstände der vorigen Sinne. Der Schall pflanzt sich durch Erde wie durch Wasser fort, das Licht wird zwar im Wasser und Erde bald aufgehoben, hat aber doch selbst hier z. B. mit dem Kieselgeschlecht, Verwandtschaft, aber die Gerüche scheinen durch starre oder wässerige Körper bloß mit Hülfe der ihnen anhängenden Luft fortgeleitet zu werden oder wenigstens sich uns mittheilen zu können, und Treviranus *) bemerkt richtig, daß die Nase der Fische wahrscheinlich nicht durch das mit den aufgelöst'en Riechstoffen beladene Wasser, sondern durch die ihm anhängende Luft zum Geruch gereizt werde, wie ihre Kiemen auch nur dasselbe Element auf vegetative Art aufnehmen. Sie schließt sich als drittes und letztes Glied an die vorigen Sinne, richtet sich aber gerade gegen das Element, mit welchem auf vegetative Weise die ganze übrige Seitenlinie des Rumpfs zusammenhängt. Der Geruch verdient daher der eigentliche Luftsinn genannt zu werden, während das Gesicht ein Luftwassersinn, das Gehör ein Lufterdsinn ist. Die Nase ist also das letzte der Luftperception angehörige Luftloch des Kopfs und daß sie es ist, ergiebt sich, wenn diese Bedeutung bei den vorigen Sinnen nicht geleugnet werden kann, schon aus der jenen ganz analogen Lage am Schädel der Wirbelthiere, nicht weniger aber durch den Ort, wo ihr unter den Insecten zuerst ihr Sitz angewiesen ist. Denn wenn das Ohr in der Zwischenwirbelspalte der hintersten Schädelwirbel lag, das Auge zwischen Stirn- und Nasen-Wirbel, so nimmt das dritte und letzte Sinnesstigma den äußersten Punct vor dem Nasenwirbel ein. Am deutlichsten ist seine Wirbellage ausgesprochen in der Fischclasse, z. E. an der Forelle, wo der Nasensack in einer ganz ähnlichen Höhle sich befindet, wie das Auge. Der Riechnerv geht hier zur gefalteten Nasenschleimhaut durch einen Knochen, welcher den Seitentheil des Nasenwirbels bildet und zwar weiter nach vorn als hinten an demselben **), ja bei den Amphibien (z. B. der Schildkröte) nimmt dieser Nerv ganz vor seinem Seitentheil seinen Weg zur Nasenhöhle oder beide gehen zwischen den Seitentheilen hindurch, wodurch kein Zweifel übrig bleibt, daß dieser Sinn seinen Platz sich nicht zwischen zwei Wirbeln, sondern vor dem letzten erwählt hat, also den äußersten Punct des Körpers einnimmt. Auch behält er die angegebene Lage in allen höhern Thierclassen bei, und nur die Oeffnung, wodurch das erste Paar geht, erleidet mehrere Veränderungen.

§. 46.

Der zweite Beweis ist die Lagerung der Nase bei den Insecten, doch muß ich, um ihn anschaulich zu machen, noch Mehreres über einige Anhänge der drei besprochenen Sinnesorgane in dieser Thierclasse vorausschicken, was nicht allein die Sätze noch mehr bekräftigt, welche ich von Ohr und Auge oben aufgestellt, sondern auch auf die Metamorphose einiger anderer wichtiger Theile Licht wirft. Es sind die Flügel, die großen und kleinen Fühlhörner.

*) Biologie, Bd. 6. S. 306.

**) Isis, J. 1818. S. 503, wo Bojanus diesen Knochen zuerst genau und richtig als den Seitentheil oder lamina cribrosa oss. ethmoidei (Taf. 7. Fig. 1. 13.) beschrieb; früher von Andern verschieden gedeutet und genannt: von Cuvier (Règne animal) frontalia anteriora; von Spix lacrymalia, bei den Amphibien selbst nasalia, lacrymalia; von Geoffroy nasalia ethmoidea, von Ulrich (Annotationes quaedam de sensu ac significat. etc. 1816) palatina.

Es giebt, wie ich oben (§. 6.) schon im Allgemeinen bemerkt habe, bei allen Insecten zwei ursprüngliche Theile des äußeren Skelets, einen obern oder Rücken- und einen untern oder Bauch-Ring, welche zusammen das einzelne Glied des Thieres zusammensetzen. Von ihnen wird hier durch die Oberhaut das vorgebildet, was in den Wirbelthieren am Knochensystem die Rippen und Wirbel sind. An diesen beiden Haupttheilen entwickeln sich nun auf jeder Seite Ausstrahlungen oder senkrechte Fortsätze, welche nach dem Theil, woran sie entstehen, verschiedene Functionen haben, bald sind es Athemblätter, bald Bewegungsorgane, bald endlich sind sie der Empfindung gewidmet. So ist es an dem Bauchhalbringel, wie am Halbringel des Rückens, dort entwickeln sie sich als Füße, nach vorn als Kauwerkzeuge und tastende Palpen, hier als Flügel, nach vorn als empfindliche Fühlfäden. Aber alle scheinen darin überein zu kommen, daß sie ursprünglich auf einer Vegetationsstufe stehen und Athemwerkzeuge sind. In dem Larvenzustand ist diese Einheit ihrer Bildung am deutlichsten zu beobachten. An der Larve der Schaumcicade (Cercopis spumaria) haben nicht allein die vordern großen Brustringe, sondern ein jedes Glied seitliche blattartige Fortsätze am Rücken, welche, nach außen hervorragend, unten fast zusammenreichen und die tiefe Rinne bilden, welche das Thier an der Bauchfläche hat. An den breiteren Brustringen entwickeln sich auch breitere Seitenanhänge und dieses sind die Rudimente der Flügel. Eben so klar ist die Flügelbildung bei den Phryganeenlarven. Hier liegen an jeder Seite des wurmartigen Körpers zwei Reihen von Büscheln fadenartiger Anhänge, von denen die obere von dem Rückentheil, die untere von dem Bauchtheil des Ringels ausgeht. Zwischen beiden sieht man schon mit unbewaffnetem Auge den hellen Luftröhrenstamm durchschimmern, der nach der Länge des Körpers auf beiden Seiten läuft. Die Büschel selbst bestehen aus drei oder vier fingerartigen Fortsätzen, welche sich, nach dem Rumpf zu, zu einem Stamm vereinigen, und zu jedem geht von dem seitlichen Luftröhrenstamm eine Trachee, welche, sich zertheilend, in die Höhle der einzelnen kolbigen Glieder tritt und sie so ausfüllt, daß jeder Fortsatz fast für einen bloßen, aus dem Körper hervorragenden Luftröhrenast gehalten werden könnte, besonders da kein anderer Theil, z. B. Muskelfasern ꝛc., in ihm unter dem Mikroskop sichtbar ist, wenn er nicht durch einen röthlichen Schimmer zeigte, daß die Haut ihn überzieht. Der Luftröhrenast selbst giebt dünne Zweige an die Wände seines Futterals ab und wird daher bis zur Spitze immer dünner und feiner. Weiter nach vorn entwickeln sich die im Allgemeinen gleichen Theile als Flügel. Die unteren Anhänge der Phryganeenlarven aber sind vegetative Analoga der Füße der Insecten und auch zu ihnen gehen Luftröhrenäste. Sie stellen hier das dar, was in den Krebsen die unteren Schwanz- und Bauch-Anhänge oder die Kiemen, nur verzweigen sich in ihnen Luftgefäße, in den Kiemen der Crustaceen Blutgefäße, dort sind sie mehr fadenartig, strahlig gebaut, hier mehr blattartig. Aus ihnen entstehen nach vorn an den Brustgliedern die Insectenfüße, und nur dadurch werden sie aus Kiemen zu Bewegungsorganen, daß die athmenden Luftadern an Entwickelung zurücktreten und Muskel und Knochen als eine hornige Oberhaut an Stärke gewinnen. Bei den Larven der Ephemeren (Swammerdam's Haftwurm) sind auf dieselbe Weise hinter den Flügeln sieben ähnliche flossenartige Theile, welche sehr deutlich von braunen Luftröhren durchzogen werden, die sich vielfach in ihnen verzweigen und aus einem eben so gefärbten Längsgefäß, wie die Phryganeen haben, ihren Ursprung nehmen. Diese flügelartigen Theile bewegen sich fast beständig sehr lebhaft und eben so schlagend, wie die Insectenflügel, sind aber wahrscheinlich mehr Athem- als Bewegungs-Organe des Rückens, wie sie bei den Squillen genauer als solche Vegeta-

tionsorgane am Bauche nachgewiesen sind. Eine ganz ähnliche schlagende Bewegung haben die Bauchblätter von Argulus Delphinus, welche, da sie selbst dann nicht zur Ruhe kommen, wenn das Thier festsitzt, ohne Zweifel weniger einem Bewegungs- als Athemproceß dienen, und sich zu jenen Blättern der Ephemeren wie Bauch zu Rücken verhalten. Wenn aber die Insectenflügel nur jene blattförmigen Fortsätze an den Brustringeln sind, so kann man schon aus dieser Analogie, so wie aus dem Daseyn derselben in ihren individualisirteren Nachbildern am Bauch, in den Füßen auf die Gegenwart von Luftröhren in ihnen selbst schließen, und Swammerdam *) hat wirklich in denen der Mücke solche Athemgefäße gefunden, deren einzelne Zweige mit den einzelnen Härchen der Flügel zusammenhingen, weßhalb ich Sprengel's **) Zweifel in dieser Hinsicht nicht beistimmen kann. Sie sind die Kiemen der Brust, in denen aber das athmende Organ höheren Theilen gewichen ist und daher natürlich nur unvollkommen übrig seyn kann. Daß sie aber aus einem Athemproceß zur Bewegung übergehen, können die insectenartigen Weichthiere (Clio, Glaucus, Hyalaea, Cleodora u. a.) beweisen, deren Flossen die offenbaren Andeutungen der Flügel der Insecten sind und häufig zugleich das Athemgefäßnetz auf sich tragen, und in dem Mantel, wie in den Kiemen der Muscheln, mögen, wie schon Oken bemerkt ***), die letzten Spuren verschwinden. Eigentlich müßte die Bauch- und Rücken-Abtheilung des ganzen Körpers, wie an ihr zwei Reihen von äußeren Kiemen vorspringen, jede der Idee nach auch ihre eigene Reihe von Hauteinsackungen entwickeln, die sich als Luftröhren oder Luftsäcke darstellten. Doch scheint sich stets nur Eine derselben und meist die Stigmatenreihe des Rückens auszubilden. Julus****), die Spinnen und Scorpione möchten sammt dem Blutegel vielleicht das Gegentheil haben, da ihre Athemlöcher auf den Bauchringeln aufsitzen †). — Es entsteht aber die Frage, welche der Bewegungsorgane bei den Insecten in die Glieder der Wirbelthiere übergehen, ob Füße oder Flügel. Bei den Gliederthieren herrscht der Bauch, bei den Wirbelthieren der Rücken, welcher die Empfindungsseite des Körpers ist. Die Hauptbewegungswerkzeuge derselben sind daher die Bauchfortsätze, die Füße und das Nervensystem ein Bauchstrang, bei den vier höchsten Thierclassen umgekehrt, ein Rückenstrang. Schon daraus kann man durch einen Vernunftschluß erkennen, welches der zwei Insectenglieder in den Vertebraten auftreten wird. Es sind ohne Zweifel die Flügel, die ohnedieß mit der ersten flossenartigen Gestaltung der Extremitäten in den Fischen sehr übereinkommen, was auch Meckel ††) vermuthet. Dafür spricht Form, Lage und Zahl. Die ganze Form der Fischflosse ist blattartig, die einzelnen Fingerglieder sind in großer Zahl da und mit einander durch eine Haut verbunden, und ihr Vorbild scheinen die Flügeladern zu seyn. Wie ferner die Insectenflügel dicht hinter dem Kopf sich entwickeln, so auch die Extremitäten der Fische, bei welchen selbst das Schulterblatt gewöhnlich an die

*) Bibel der Natur. S. 149.

**) De partibus, quibus Insecta spirit. ducunt. p. 18.

***) Naturphilosophie, Bd. 3. S 271. §. 3088.

****) Savi (Isis 1823. H. 2. S. 219.) fand bei diesem Thier die Luftlöcher gleich über den Füßen und auch die gewöhnlichen Luftröhrenstränge. Treviranus (vermischte Schr. Bd. 2. S. 42.), der dieß nicht bemerkt, erwähnt aber wohl nech anderer, nach dem Rücken zu liegender Wärzchen, die zwar ohne Oeffnung waren (wohl nur scheinbar), woran jedoch eine längliche, mit einem bräunlichen Saft gefüllte Blase hing, aus welcher aber keine Luftröhren entspringen (also ein Trachealsaft). Nach Savi sind es die Behälter des riechenden Safts dieser Thiere.

†) Treviranus, über den inneren Bau der Arachniden, Taf. 1. Fig. 1. r.

††) Vergleichende Anatomie, Bd. 1. S. 375.

Seitentheile des Schädels geheftet ist. Und wie schön wird nicht durch das Zusammenliegen der zwei Flügel der Uebergang zu den Hals- und Brust-Flossern gemacht, und wie sehr wiederum dadurch bewiesen, daß dieses die niedersten Fische sind, da sie in Hinsicht auf ihre Glieder noch auf der Stufe der Insecten stehen. Für diese Bedeutung derselben spricht endlich auch die Zahl. Es giebt nur zwei Extremitäten und nur zwei Flügel; denn nur ausnahmsweise entwickelt sich (z. E. bei Glaucus hexapterygius), der Dreiheit der Bauchfüße entsprechend, noch ein drittes Flossenpaar. Die große Vielheit von Bauchfüßen der Insecten, welche häufig vorkömmt (Scolopendern, Julus, Krebse ic.) giebt keinen Grund, warum die Extremitäten in den Wirbelthieren, wenn man sie aus ihnen sich entwickeln läßt, regelmäßig in der Zweizahl erscheinen, während dagegen die Beziehung auf die Flügel, mag sie auch keinen Vernunftgrund für die Zweiheit überhaupt enthalten, sondern die Erklärung nur um eine Stufe zurückschieben, wenigstens einen Grund für das Erscheinen derselben Zahl in den Wirbelthieren darbietet. Die Füße der Insecten scheinen im Gegentheil ganz zu obliteriren und kaum wird man vielleicht die gegliederten Strahlen von Trigla und wenige andere Bildungen als ihr Ueberbleibsel ansehen können. — Was am Bauch der Insecten vegetativ war, was an ihrer Brust irritabel wurde, tritt nun am Kopf unter die Herrschaft der Sensibilität, und so wandelt sich der Flügelbau um in die Fühlfäden, deren feines tastendes Gefühl bekannt genug ist. Daß die Fühlfäden nur an einem vorderern Körperringel liegende Flügel sind, kann man am besten an den Puppen erkennen, deren Antennen dicht neben den Flügeln, wie sie, nach der Bauchseite des Körpers herabgelegt sind und zuweilen (z. E. im Nachtpfauenauge) so breit werden, daß man sie für ein Flügelpaar ansehen kann. Die Antennen sind Wiederholungen der großen Fühlhörner der Schnecken und gehören daher dem Auge an. Allein die zwei übrigen Sinnesorgane haben nicht weniger solche Fortsätze über sich, dem Ohr sind es ohne Zweifel die Flügel, der Nase können es nur die kleinen Fühlhörner seyn, mehr als drei giebt es weder solcher kiemenartiger Vorsprünge, noch mehr als drei Sinnesorgane, welche aus der, unter ihnen sich öffnenden, Luftröhrenreihe hervorgehen. Von den großen Fühlhörnern haben manche Wirbelthiere noch Spuren, ich erinnere an die Gattung Scorpaena, wo über dem Auge gefranzte fühlhornartige Theile stehen. Die gehörnte Kröte, Coluber Cerastes u. s. w., sind Beispiele aus der Amphibienclasse, in den Säugethieren kehren sie knöchern wieder als die Hörner der Wiederkäuer und damit ist die Bedeutung der letzten gegeben. Von den kleinen Fühlhörnern oder den Nasenfühlern bleiben weniger Spuren übrig. Indeß mögen vielleicht hierher gehören die Verlängerungen des vorderen Nasenlochs bei vielen Fischen (z. E. im Aal, Cobitis, Cottus, Syngnathus Typhle u. a.), noch mehr aberunter den Amphibien die Tentakeln von Caecilia tentaculata, unter den Vögeln das halbmondförmige Horn von Buceros Rhinoceros, in der Säugthierclasse das Nasenhorn vom Rhinoceros bicornis, während dessen Stirnhorn den Augen zukömmt.

§. 47.

Wenn das Vorige, wie ich glaube, mit der Natur übereinstimmt, so darf nicht der Sitz des Geruchs bei den Insecten in den Antennen gesucht oder angenommen werden, wie viele ältere Entomologen

(Reaumur *), Lyonnet **), Rösel ***) u. A.) glaubten und noch neuerlich Blainville ****) thut, der diese sowohl, als die großen Fühlhörner der Mollusken für Geruchsorgane haltend, sie nicht als Tastorgane angesehen wissen will, was sie doch sowohl bei Schnecken, als Insecten, offenbar in so ausgezeichnetem Grade sind. Aber wohl muß man den Ort der Function, dem höhern Thierbau gemäß, ein Glied weiter vor den Augen suchen, wo gerade die kleinen Fühler der Schnecken und Insecten liegen. An ihrer Basis, oder auch vielleicht an ihrer Spitze muß, wie bei den Schnecken das Auge dieselbe Lage an den großen Fühlhörnern einnimmt, das Organ für den Geruchsinn gesucht werden, und wirklich ist es hier, wo Rosenthal †) bei den Krebsen ein Organ fand, dem Niemand die Aehnlichkeit mit einer Nasenhöhle absprechen möchte. Lage, innere Gestalt und Wechselwirkung mit der Außenwelt stimmen dafür, und es fehlt nur, daß, wie es die Sache wohl verdiente, Versuche über das Daseyn der Thätigkeit angestellt würden. Auf der oberen, mit borstenähnlichen Haaren besetzten, ebenen Wand des ersten prismatischen Rings vom kleinen Fühlhorn des Flußkrebses und Hummers bemerkte er ein fast dreieckiges Loch, was in die, auch dreieckige Höhle desselben führte, und in dieser einen muschelartigen Körper, der an seiner untern Fläche eine Rinne besitzt, in welcher ein, von der vordern und untern Seite des Gehirns entspringender Nerve liegt und durch feine Striche, welche aus dieser Rinne seitlich über die Muschel sich verbreiten, in das, unter dem muschelartigen Körper befindliche gefäßreiche Häutchen übergeht, was, nach Treviranus's ††) bestätigenden Untersuchungen, das Ansehen einer Schleimhaut hat. Dieser letzte fand außerdem in der Höhle theils Luft, theils Sand und glaubt, daß außerdem die gefäßreichen Lamellen zwischen den Freßwerkzeugen und den Kiemen, welche in beständiger Bewegung sind und in der Luft Schaum hervortreiben, eine Riechfunction besitzen. Ehe Experimente gemacht worden, läßt sich zwar über Letztere nichts Sicheres entscheiden, doch scheint mir ihre Lage, die Treviranus wohl zu wenig berücksichtigt, von der des Geruchsorgans bei den Wirbelthieren zu sehr abzuweichen, als daß man berechtigt wäre, hierein diese Sinnesthätigkeit zu verlegen. Bei den übrigen Insecten ist man mehr über die Schärfe der Function, als bei den Krebsen einig, desto weniger aber über das passende Organ. Die kleinen Fühlhörner der Krebse scheinen hier ganz zu fehlen, doch ist es möglich, daß ihre Gestalt sich nur durch die Verwandlungen des Insects so verändert, daß man sie nicht mehr mit diesem Namen belegt hat. Wenigstens bemerkt man bei den Raupen am vordersten Theil des Kopfs unter dem Microscop schieberartig gebildete Fortsätze, welche nichts Anderes seyn können, als die kleinen Fühlhörner der Schnecken und Krebse, da sie nicht bei der Metamorphose in die Antennen übergehen. Was aus ihnen wird, habe ich nicht ver-

*) Mémoir. pour servir à l'histoire des Insect. T. II. p. 224.

**) Traité anatomique de la chenille, qui ronge le bois de saule, 1762. p. 48.

***) Insectenbelustigungen, Bd. II. S. 51.

****) a. O. S. 338. 341.

†) Reil's und Autenrieth's Archiv f. Physiologie, Bd. X. S. 433.

††) Biologie, Bd. VI. S. 303.

folgt, ich vermuthe aber die Palpen, und man müßte also in ihrer Gegend mit Vonsdorf *), Knoch **), Marcel de Serres ***) die Geruchswerkzeuge suchen. Daß sie sich am vordersten Theil des Kopfs befinden, dafür sprechen Huber's ****) Versuche mit Terpentinöl und Kleister, deren erstes unter den Rüssel der Bienen gebracht, sie sogleich verjagte, während sie, sobald die Mundöffnung mit Kleister verklebt war, gegen den Geruch desselben und des Honigs unempfindlich wurden. Zugleich sprechen dieselben Versuche, nach welchen Terpentinöl in die Nähe der Stigmaten der Biene gebracht, keinen Einfluß auf das Thier äußerte, gegen die zweite Hauptmeinung von Baster, Reimarus †), Dumeril ††), Cuvier †††) u. A., welche die Stigmata für die Geruchsorgane der Insecten ansehen. Der Bauch der Thiere ist bloß vegetativ und hat nur den allgemeinen Gefühlsinn, und die Luftröhren desselben können ebenso nur auf materielle Weise in Sympathie mit dem Luftelement stehn. Die geistigen speciellen Sympathien drängen sich alle nach dem Kopf, und hier ist nothwendig der Ort, wo das vorderste Analogon eines Luftloches die Geruchsfunction übernehmen wird, wie dieß im Krebs eben so deutlich, als in den Fischen, ausgesprochen ist. Von diesen letzten bedürfte es eigentlich keiner weiteren Auseinandersetzung, wenn, wie ich glaube, von den vorigen Sinnesorganen die genetische Verbindung mit der Tracheenreihe deutlich gemacht ist, da ja die Nase nur der letzte dieser Drillingssinne ist. Aber auch die Fische bieten noch durch die Seitenlinie einen ähnlichen Beweis dar, wie für das Ohr der Rochen. Die Nasenlöcher liegen nicht allein in ihrer Richtung, sondern bei'm Meeraal und wahrscheinlich noch manchem andern Fisch, fängt der Stirntheil dieser Linie mit drei Oeffnungen in den Nasenröhren selbst an ††††) und verbindet sich also geradezu mit dem Nasenstigma, was bei Ohr und Auge nie mehr der Fall ist, so daß eigentlich der Nasensack der Fische als die vorderste Tasche der Seitenlinie angesehen werden kann, die sich nur von den übrigen durch die Entwickelung des Papillarkörpers unterscheidet. Stimmen ferner nicht die doppelten Nasenlöcher dieser Classe damit überein, welche häufig durch eine große Scheidewand weit von einander getrennt sind? So findet man am vorderen Ende der Oberkinnlade des Aals fünf und mehr Schleimlöcher, welche in Einer Linie mit dem Nasenloch stehen, die zwei Nasenlöcher selbst sind weit von einander entfernt, indem sich eine häutige Zwischenwand, worauf jene Schleimsäckchen sich befinden, zwischen sie legt. Das hintere ist rund, wie die Oeffnungen der Schleimdrüsen, so daß man sie, wenn man die Größe nicht berücksichtigt, mit einander verwechseln kann. Das vordere liegt fast an der Spitze der Kinnlade und ist in eine Röhre verlängert. Die Zwischenwand ist nichts Anderes, als das

*) De fabrica et usu palparum in Insectis. Aboae, 1792.

**) Neue Beiträge zur Insectenkunde, Th. I.

***) De l'odorat et des organes qui paroissent en être le siège chez les Orthoptères. Annal. du Mus. d'hist. nat. T. XVII. p. 426—441.

****) Nouvelles observat. sur les abeilles. Ed. 2. T. II. p. 376. 378.

†) Allg. Betrachtungen über die Triebe der Thiere. Vierte Ausg. 1798. S. 355.

††) Bulletin des scienc. par la Soc. philomat. Août. 1797. No. 5.

†††) Vergleichende Anat., Bd. II. S. 660.

††††) Vergl. S. 17. Note.

Hautstück, unter welchem der Canal der Seitenlinie zwischen zwei ihrer Oeffnungen nicht selten wegkriecht. — Mit dieser Bedeutung eines Athemsacks kömmt es endlich überein, daß die Nase der Fische und Krebse noch nicht mit dem Darmcanal verbunden und ursprünglich ein Blindsack der Haut ist. Erst in der Amphibienclasse erscheint bekanntlich diese Darmöffnung und schreitet immer weiter von vorn nach hinten, was mit dem größeren Zusammenrücken der Nasenlöcher in den höhern Thieren in wahrscheinlicher Verbindung steht. Bei'm Proteus öffnen sich die Choanae noch unter der Oberlippe *), bei den Schlangen und Fröschen schon weiter nach dem Gaumen zu, und bei'm Crocodil läuft endlich der Schlundcanal bis in die Gegend des Hinterhaupts. Warum aber überhaupt die Haut in diesen Blindsäcken der Nase die Verbindung mit dem Darm sucht, läßt sich jetzt schwer aus bestimmten Bildungsgesetzen, wohl aber aus der Analogie erklären. Ganz derselbe Bildungsgang offenbart sich uns nämlich, wenn wir die Entwickelung der Fischkiemen verfolgen. Sie haben wohl ohne Zweifel in den athmenden Blindsäckchen des Blutegels, des Scorpions u. A. ihre Vorbilder, deren Stigmata auf den Bauchplatten liegen, und ihre Aehnlichkeit damit wird Niemand in den stigmaartigen Kiemenlöchern und den Athemsäcken der Lamprete, Neunauge und des Schleimfisches verkennen, von denen man sagen könnte, daß sie noch halb auf der Wurmstufe stehen. Sie gehen also auch von der Bildung eines Blindsacks der Haut aus und verbinden sich erst in der Fischclasse mit dem Darm durch Rippenspalten, die Kiemenlöcher. Sie sind daher eigentlich ganz dieselben Organe, wie diejenigen, woraus sich die drei höchsten Sinnesorgane entwickeln, bleiben aber mehr auf der Vegetationsstufe stehen und verhalten sich zu jenen, wie der unedlere Bauch zu dem sensitiven Rücken. Es ist also wohl keine passendere Analogie der Entwickelungsweise zweier Organe, als die oben angegebene möglich. Eine andere Frage ist es aber, warum von Ohr, Auge und Nase diese letzte die einzige es ist, welche mit der Mund- oder Rachenhöhle communicirt, obgleich alle drei Glieder Einer Kette sind. Weder vom Labyrinth, noch vom Augapfel, ist etwas Aehnliches bekannt, es hat sich in ihnen die Sensation am reinsten abgelöst von aller Verbindung mit der Sphäre der Reproduction, wodurch sie zu der edelsten Sinnesstufe, zu den alleinigen Kunstsinnen erhoben werden. Jene Verbindung mit dem Darm ist ein Zeichen der Niedrigkeit des Geruchssinnes, da er dadurch noch halb in die Materialität herabgezogen wird, und die Beantwortung jener Frage liegt wohl in nichts Anderem, als in der Bedeutung der Nase selbst. Sie ist ein höherer Reproductionssinn und der Luftsinn, ihr Object nur Eigenthum der Atmosphäre, und sie schließt sich daher an das materielle oder vegetative Lustorgan, die Lunge, an. Ihre Verbindung mit der Mundhöhle in der Classe der Amphibien bezieht sich daher nicht sowohl auf den Darmcanal selbst, als auf dessen Aussackung, die Lunge, nicht auf die Verdauung, sondern auf den Athemproceß, wie dieß gleich ihr erstes Auftreten darthut, da jeder Frosch und alle Amphibien ohne Ausnahme wohl bei ihrer Larvenentwicklung Wasser stets durch die Mundöffnung den Kiemen zuführen, nie aber, nach Durchbohrung der Nasensäcke, Luft durch dieselbe Oeffnung mehr aufnehmen, indem die Nase der alleinige normale Respirationsweg wird und bis zum Menschen herauf

*) Rusconi, a. O. S. 95. Taf. III. Fig. 4. c.

es bleibt Gleichheit der Richtung von Lunge und Nase und gleiche, nur durch die Stufe verschiedene Bedeutung derselben sind ohne Zweifel der Hauptgrund. Daher auch die, sonst noch vielfache physiologische und pathologische Beziehung zwischen beiden Organen. Ich erinnere an die bekannte, schon von Galen beschriebene Sympathie, nach welcher ohne Einathmen kein Riechen stattfindet; daher ferner der, auf Zusammenziehung des Zwerchfells und der Lunge wirkende Kitzel der Nasenschleimhaut, daher der pathologische Zusammenhang bei Entzündung der Schleimhaut der Nase und Luftröhre u. s. w.

Auf eine Aehnlichkeit zwischen Nasensack und Auge und überhaupt unter diesen drei Sinnen muß ich hier noch aufmerksam machen, welche die gleiche Veränderung ihrer Lage auf den verschiedenen Stufen des Thierreichs betrifft. Alle scheinen nämlich nach vorn zu wandern und sich immer mehr zu nähern, je höher der ganze Organismus steht. Von den Augen ist nicht unbekannt, daß sie bei den wirbellosen Thieren, den Fischen und Amphibien, am weitesten von einander abstehen, daß sie bei den Vögeln und Säugethieren allmälig immer mehr nach innen und vorn rücken, bis sie endlich bei den Affen am nächsten neben einander sich befinden und erst im Menschen etwas wieder von einander entfernen, so daß beide, gerade nach vorn gerichtete Augen einen gleichen Gesichtskreis bekommen, der damit zugleich beschränkter ist, als bei den Fischen, deren Augen, wie das Ohr, fast einen ganzen Kreis, aber auch unvollkommen, überblicken können, indem die Kraft beider getrennt ist, während das menschliche Augenpaar dieselbe auf einen Halbkreis concentrirt. Aber auch die Nase thut dasselbe. Je niederer das Thier ist, desto entfernter sind beide Nasenlöcher von einander, je jünger der Fötus, desto breiter ist die Scheidewand, die sie von einander trennt, je höher es steigt, desto weiter wandern sie von der Seite nach vorn, was ohne Zweifel mit der Verschmälerung der Nasenbeine zusammenhängt. Bloße Ausnahmen von diesem Bildungsgesetz sind die Lampreten u. a., wo beide Nasenlöcher in Einen Spritzcanal zusammengeflossen sind, wie das Augenpaar im Monoculus und andern Muschelinsecten. Selbst das Ohrlabyrinth endlich zeigt in dem Absterben der hintern Anhänge bei den Fischen, daß es sich nach vorn zusammenzieht, und alle drei folgen also, ihre ursprüngliche, von der Stigmatenreihe geerbte Seitenlage verlassend, dem allgemeinen Drang des Nervensystems und Gehirns nach den Hemisphären zu.

§. 48.

Wenn aber der Nasensack den Höhlen der zwei vorigen Sinne gleich seyn soll, so muß in ihm ein ähnlicher, homologer Vorsprung sich entwickeln, wie es an dem Auge Linse und Glaskörper, an dem Ohr aber die Steinmassen oder die Pulpe des Spiralblatts sind. Daß dieses Organ in den Muscheln und dem Siebbeinlabyrinth hervortritt, wird jedem sogleich klar seyn, der auch bei einer oberflächlichen Betrachtung nur ihre ursprüngliche gleiche Blasengestalt im Auge hält und die Entwicklung des Thierreichs verfolgt. Nur wer die Natur nicht in ihrer Continuität betrachtet hat, wem folglich ihr Wechsel der Gestalten bei fortbestehendem Wesen unbekannt seyn muß, wird ihre gleiche Bedeutung läugnen. Die Muscheln und das Siebbeinlabyrinth sind keine Theile des Schädels, wie man, wegen ihrer Verbindungen mit den Schädelknochen, glauben könnte, und welcher falschen Meinung ich auch gewesen, indem ich mir ihre zellige Bildung früher aus der Schädelformation des Vogels erklärte. Wie sich im Kopf dieser Thierclasse das Stirnbein in mehrere Platten spaltet, wodurch Höhlen, denen Luft zugeführt

wird, gebildet werden, so, dachte ich, entwickeln sich auch am Nasenwirbel ähnliche Blätter in dem Siebbein, gleichsam eine Diploë, die, wie die Diploë der Vögel und die Stirnhöhlen der Säugethiere, Luft athmete und folglich bloße Fortsetzung der Stirnhöhlen wäre. Vergleicht man aber diese Meinung näher mit der Metamorphose der Muschelntheile in den niederen Classen der Wirbelthiere, so zeigt sie sogleich ihre Unhaltbarkeit. Wohl ist die Lamina perpendicularis des Siebbeins, sowie die crista galli nichts Anderes, als eine knöcherne Fortsetzung der falx cerebri, welche hier bis auf die Oberfläche des Wirbelkörpers, das Pflugscharbein durchgreifend worden ist und auf ihm bis an sein vorderes Ende läuft, aber nicht gehören zu den Dornfortsätzen des Nasenwirbels, als deren Diploë, die beiden Siebbeinlabyrinthe selbst. Sie sind ein Product der Sinneshöhle, wie Linse und Steinchen, und haben ursprünglich also nichts mit der Schädelbildung zu thun. Ihre erste Spur findet sich schon in den Krebsen und Fischen. Bei den ersten fand Rosenthal in der oben erwähnten Höhle einen muschelartigen Körper, in den Fischen sind die Geruchsblätter als unverkennbare Andeutungen der Blätter des Siebbeins bekannt, und an ihnen ist klar, daß sie nur Entwickelungen der Schleimhaut und Lederhaut der allgemeinen, in die Nasenhöhle sich fortsetzenden Decken sind und nicht von den Knochen aus sich bilden, in deren Höhle der Nasensack liegt. Erst in den Amphibien scheint die Lederhaut derselben zu verknorpeln, mit den Schädelknochen zu verwachsen und in den Vögeln und Säugethieren endlich in vollkommene Knochensubstanz überzugehen. Bei allen Fischen hat man als Grundlage der zahlreichen Blätter bloß eine feste Lederhaut bemerkt, aber schon im Crocodil und der Seeschildkröte*) sind die Muscheln knorplig, wie bei den meisten Vögeln, und in der Schnepfe **) und den Säugethieren endlich knöchern. Es gehört also nicht allein die Schneiderische Haut der Nase an, sondern auch die Knochenmasse der Muscheln selbst ist eine umgewandelte Lederhaut derselben. Wie wir sahen, daß im Labyrinth des Ohres gerade das Stück seiner innern Wand knorplig wurde, woran die Steinchen sich entwickelten, während der äußere Theil der Sackwand sehr dünnhäutig war, so entwickelt sich auch im Nasensack der Fische da die Lederhaut stärker, wo die Geruchsblätter als Falten der Schleimhaut sich erheben; auch hier bildet die fibröse Haut, welche natürlich, wie am Auge und Ohr, die Schleimhaut umgeben muß, einen ovalen oder länglichen Vorsprung, der mit jenem Vorsprung der Sackhaut im Ohr, woran zuweilen die Steinchen hängen, zusammengestellt

*) Scarpa, a. O. S. 131 Woher mag es übrigens kommen, daß die Muscheln, welche bei den Fischen so äußerst vervielfacht sind, in den vollkommenen Amphibien fast ganz verschwinden, oder höchstens bloß als zwei gewundene Blätter übrig sind, so daß man sagen muß, das Geruchsorgan sey bei ihnen viel mehr zurückgetreten, als bei jenen. Wirklich scheinen auch die Amphibien eben nicht einer bedeutenden Schärfe des Geruchs sich rühmen zu können. Das Verschwinden der Vielfachheit jener Blätter aber hängt, nach meiner Meinung, mit der Veränderung des Elements zusammen, was in die Nasenhöhlen eingeführt wird. In den Fischen ist es das Wasser, was auch in den Athemorganen der Mollusken gewöhnlich Kiemenvorsprünge hervorruft, während die Luft, welche in den meisten Amphibien inspirirt wird, auch in jenen Vegetationsorganen der Weichthiere sogleich die Kiemenbüschel verschwinden macht. Daher besitzt Proteus, der fast nicht durch die Nase athmet, noch die geblätterte Nasenschleimhaut der Fische (s. *Rusconi* del Proteo anguino, p. 94. Tab. IV. Fig. 9. a. — Treviranus, Biol, Bd. 6. S. 295).

**) Carus, Zootomie, S. 248. Note *.

werden muß. Dieser fibröse Knopf der innern Wand des Nasensacks zertheilt sich auf beiden Seiten in dünnere Zweige, die gewöhnlich senkrecht auf ihm stehen und mit einer Falte der Schleimhaut überkleidet, die verschiedengestal'eten, aber stets blattförmigen Lamellen bilden, welche ohne Zweifel das eigentliche Geruchsorgan der Fische sind, indem an sie die zahlreichen Zweige des starken Geruchsnerven sich vertheilen. Was also dort von einer kalkigen Oberhaut bedeckt ist, trägt hier nur eine weiche Schleimhaut über sich und ist damit zugleich oft äußerst gefäßreich geworden. Bald stehen die Blätter parallel neben einander in zwei Kämmen an beiden Seiten des mittleren, zuweilen selbst blattartigen Vorsprungs, wie in den Lampreten, Rochen, Hayen*), Chimären, Aal, Schellfisch**), Proteus***), bald ist die mittlere Hervorragung mehr rund als lang, und die Lamellen vertheilen sich dann von ihm strahlenförmig nach dem Umkreis, wie im Karpfen, wo sie, wie nach Treviranus im Schellfisch, als dreieckige Lappen enden, im Stör, Hecht, Froschfisch****), Lump u. s. w. Bei manchen Fischen (wie bei'm Stör, Hay, Rochen) verzweigen sich die einzelnen Blätter wieder in Blättchen zweiter Ordnung, aber nie kömmt, soviel ich weiß, schon in dieser Thierclasse eine Spiralwindung derselben vor, welche erst in den Amphibien, wo eins oder das andere jener Blätter, oder vielleicht der mittlere Knopf sich stärker auszubilden scheint, während die übrigen obliteriren, auftreten.

§. 49.

Sind aber diese Eingeweide der Nase, der Linse und den Steinchen analog, so ergiebt sich hieraus wiederum von selbst, daß sie die Nervenwarzen dieses dritten Luftsinnes sind, wenn anders dieselbe Behauptung, wie ich bewiesen zu haben glaube, im Auge und Ohr seine Richtigkeit hat. Betrachten wir aber das vegetative Vorbild der Nasenhöhle, die Luftröhrenreihe des Rumpfes und stellen zwischen beiden eine Vergleichung an, so folgt eben so streng, daß dieselben Vorsprünge, welche, hier noch materiell fungirend, als Kiemen erscheinen, an der Nase in jenen Blättern der Fische und der Muschelbildung überhaupt, durchwebt mit zahlreichen Nervenfäden, ja, man kann sagen, übergossen in den Säugethieren mit der dicken Hirnsubstanz der Riechkolben, aus der Asche der Materialität als ein geistiger Phoenix auferstehen. Die Riechbeine und Muscheln sind also die sinnig gewordenen, von der Empfindung beherrschten Kiemen der Nase. Wie sehr sie, obgleich schon der Sinnesstufe angehörend, Kiemenblättern ähneln, beweisen hauptsächlich die Gerüchsblätter der Fischnase, indem sie, neben dem Nervenreichthum, eine so große Menge von Blutgefäßen bei vielen Fischen erhalten, daß ihre ganze Oberfläche, gleich der der Kiemenblätter, roth gefärbt ist und, wie Treviranus †) richtig bemerkt, eine große Aehnlichkeit der Geruchswerkzeuge der Fische mit ihren Respirationsorganen sich nicht verkennen läßt. Auch sind die Muscheln der

*) Scarpa, a. O. S. 126. Taf. II. Fig. 6. 7. g. g. (Squalus Catulus); Taf. I. Fig. 1. 2. 4. b. b. (Raja clavata).

**) Treviranus, Biologie, Bd. 6. S. 304.

***) Rusconi, a. O. S. 94.

****) Scarpa, a. O. S. 119. Taf. II. Fig. 2. e. f. (Hecht); Fig 5. b. c. c. (Karpfen); Taf. IV. Fig. 1 2. (Froschfisch).

†) a. O. S. 305, 306.

Vögel und Säugethiere noch so reich an Blutgefäßen, daß man glauben sollte, sie hätten selbst hier noch neben dem Sinnesproceß eine Athemfunction.

§. 50.

Eine verschiedene Thätigkeit fordert aber auch eine Verschiedenheit des Baues, und was ist es daher, was diese, mit einer Schleimhaut überzogenen Nervenpapillen der Nase von denen der zwei übrigen Sinne unterscheidet und ihnen den Geruchscharacter giebt? Theils ist es der Sinnesnerv, der von dem vordersten Gehirnganglion, der Hemisphärenmasse seinen Ursprung nimmt, während ihn der Glaskörper von dem mittleren Knoten, den Sehnervenhügeln und Vierhügeln, die Steinchen aber von dem Ganglion des Hinterhaupts, dem verlängerten Mark erhalten, theils ist es die Form, theils endlich das verschiedene Vorherrschen einzelner Gewebe. Am merkwürdigsten ist ohne Zweifel die Formverschiedenheit. Im Ohr herrschte sowohl in dem Vorhof wegen der Canalbildung, als selbst in den Steinchen Linientendenz, da hauptsächlich die des Sacks sich zwischen den Blättern des Spiralblatts als eine weiche Pulpe linienförmig aufwickelten, im Auge stellte die Linse und der Glaskörper stets mehr oder weniger eine Kugel dar, wie der Apfel selbst, und in der Nase endlich tritt die letzte mathematische Hauptform, die Blattgestalt, hervor. Das Characteristische der Nasenpapillen ist also Blattform, und daß sie es ist, beweis't jede Thierclasse, vom Krebs herauf bis zum Menschen. Nirgends stellt die Muschel eine Kugel, nirgends eine schmale Linie vor. Ueberall sucht der Geruch Flächen hervorzubringen, die er der, mit Gerüchen beladenen Luft aussetzen kann, schon in den Fischen ist dieß auffallend und nicht weniger in den Riechbeinen der Säugethiere. Die Zellbildung der Riechbeine ist eine spätere Formation, indem, wenn man auch die Fischlamellen nicht hieher rechnen wollte, doch in den Amphibien, wo Muscheln erscheinen, nirgends eine Verzweigung oder eine cellulöse Lungenbildung sichtbar ist. Auch würde der Beweis gewiß leicht durch die Fötusentwicklung geführt werden können, wo anfangs wahrscheinlich auch nur einfache, aufeinandergelegte Blätter zugegen sind, die erst später durch ähnliche Seitenfortsätze, wie in Rochen und Hayen vorkommen, zweigförmig werden und endlich, indem die Nebenblätter der verschiedenen Schichten mit einander verschmelzen, Zellen und damit die ossa turbinata bilden. Das Siebbeinlabyrinth ist, wie man im Schwein u. a. sehen kann, nur ein Haufen von Blättern, die secundär erst mit einander verbunden sind, nichts als ein Haufen von Muscheln, die, dicht auf einander liegend, nach innen immer kleiner werden. Wie sich zahlreiche Kugeln von Stemmaten bei den Insecten auf Einen Haufen drängen, um das zusammengesetzte Auge und seine Glaskörperkegel zu bilden, so entwickelt sich hier eine nicht geringere Menge blattförmiger Papillen, die, dicht auf einander gelagert, mit einander verwachsen sind. Es vergrößert sich die Blattbildung, von oben und hinten zunehmend, nach unten und vorn, geht so in die oberste Muschel über und endet mit der größten unteren, welche daher nur das größte, individualisirteste Siebbeinblatt ist. Auch pflegen gerade diejenigen Säugethiere, welche blatt- oder muschelförmige Riechbeine besitzen, die fernriechendsten zu seyn, wie die Schweine, Wiederkäuer, Pachydermen ꝛc., die hingegen, welche ästige haben, wie die Fleischfresser ꝛc., nur spürend ihrer Beute nachzugehen, oder nur nahriechend zu seyn *), so daß auch

* Treviranus, a. O. S. 273.

dadurch die Blattform als die eigentliche Nasenform sich ausspricht. — Wo übrigens dieses Warzengewebe der Nase und der Nasenbau überhaupt mit einem der vorigen Sinne übereinkömmt, ist es immer mehr mit dem Ohre, als mit dem Auge. Die Nasenhöhle ist wenigstens später canalförmig gebaut, wie das Labyrinth, wenn auch nicht so regelmäßig, als jenes. An die Röhrenform des äußeren Ohres erinnern schon die Nasenröhren bei vielen Fischen (z. E. Froschfisch, Aal), die Höhle selbst verlängert sich schon in der Lamprete*) und Pricke, im Froschfisch u. a. in einen langen Blindcanal, der über dem Schlund liegt, bei den Vögeln läuft ein Gang der obern Muschel in eine, unter den Backenmuskeln und dem Auge liegende Höhle**), die bei'm heftigen Athmen aufgeblasen wird, in den Säugethieren kehrt diese Verzweigung vervielfacht wieder als Oberkieferhöhle, Keilbeinhöhlen und Stirnhöhlen. Endlich verbinden sich selbst bei den Wasservögeln, nach Scarpa, beide Nasenhöhlen auf ähnliche Weise durch einen Spalt der Nasenscheidewand mit einander, wie das Ohrlabyrinth des Härings durch Quercanäle. Die Nervenwarzen selbst anlangend, so kann man hier, wie dort, drei Hauptmassen unterscheiden, die sich aus der Höhle entwickeln, hier, wie dort, sind sie nach außen concav, nach innen convex und Steinchen und Muscheln winden sich endlich beide spiralförmig nach außen. Aber in dieser gleichen Spiraldrehung offenbart sich gerade wieder recht deutlich, wie im Ohr die Linie, in der Nase die Fläche vorherrscht; denn vergleicht man beide genau, so findet man, daß sich die Muscheln nach ihrer Fläche, wie Düten, die Gehörpulpe aber mit ihrer Kante, also linienförmig aufwinden.

§. 51.

Ein anderer Unterschied zwischen den drei höchsten Sinnesorganen ergibt sich aus einer genauen Vergleichung der Gewebe, welche in jedem vorherrschen. Die Haut, aus welcher sie als Einfaltungen entstanden sind, besitzt, wie bekannt, drei Haupthäute, Oberhaut, Schleimhaut und Lederhaut, und in sie scheinen sich Ohr, Auge und Nase zu theilen, so daß, wenn auch ziemlich bei jedem alle drei vorkommen, Eine doch stets das Uebergewicht vor den übrigen hat. Im Ohr bildet sich die, dem Knochensystem äußerlich entsprechende Oberhaut als Steinchen hauptsächlich aus, der Pulpus als Schleim- und Lederhaut ist fast ganz zurückgedrängt, und der Hörnerv dringt zuweilen durch diese Schichten hindurch bis zu den Steinchen, auf deren Furchen er sich zertheilt. In der Nase erhebt sich die athmende Schleimhaut zum Hauptorgan der Sinnesempfindung, die Lederhaut scheint zu den Muschelknochen umgewandelt zu seyn und wird ganz porös und brüchig, gleichsam als wäre sie an der Luft verwittert. Der Riechnerv dringt nur bis in die Schleimhaut und verbreitet sich bloß auf ihr, indem die Oberhaut ganz fehlt. Im Auge endlich, wo überhaupt das Muskelsystem und die Bewegung siegt, werden die Nervenwarzen selbst, und folglich, da diese Auswüchse der Lederhaut sind, die fibröse Haut überhaupt frei. Es hat sich Oberhaut und Choroidea (Schleimhaut) von der Papille gelöst und die Linse den braunen Vorhang des Insectenstemma's zerrissen. Sie steht frei hervor, und der Sehnerv, nicht an die Schleimhaut tretend, verbreitet sich nur an dem hintern Theile der Linse, dem Glaskörper, oder, wie es in den Schnecken zu seyn scheint, an ihr selbst. Wer bemerkt hierbei nicht wiederum, daß, da die Faserhäute der äußere

*) Bojanus, über die Nasenhöhle und ihren Sackanhang in den Pricken. Isis, 1821. H. 12. S. 1167. Taf. 6.

**) Scarpa, a. O. S. 135. §. 8.

Wiederschein der Muskel- und Sehnenformation sind, durch den Ursprung der Sinnespapille selbst auf die musculöse Bedeutung des Auges von der Natur hingewiesen wird? Die Linse hat daher in ihrem innern Bau einen durchaus faserigen Character und gehört mithin zu den Modificationen der Faserhäute, weßhalb sie auch chemisch soviel Aehnlichkeit mit dem Faserstoff des Blutes besitzt, wenn ich auch nicht, wie Manche thun, ihre zierlichen Fibern für Muskelfasern halten möchte.

Das Uebergewicht der Schleimhaut und der Blattform in der Nase möchte sie aber auch nur von der pflanzlichen Bildung bekommen haben, welche sie wiederholt, und von dem Element, mit welchem sie in Sympathie steht. In dem Bau der Athemorgane herrscht wohl überall die gefäßreiche Schleimhaut von dem ersten Kiemenbau an bis zu den Lungen der Säugethiere und des Menschen, und daher auch hier in der Papillenbildung des Luftsinnes, der Nase. Die Luft selbst aber liebt Flächen und entwickelt im organischen Reiche die vegetativen, ihr entsprechenden Organe unter der Form einer Fläche, wie die Pflanzenblätter, die (z. B. in Ranunculus aquaticus) selbst ihre cellulöse Ausbreitung unter dem Wasser verlieren, und die häufigen Athemblätter der wirbellosen Thiere darthun. Das passendste Beispiel sind unstreitig die Luftkiemen der Spinnen, Scorpione und Asseln, da sie, besonders in den ersten, Entwicklungen der Luftlöcherlinie des Bauches sind. Sie liegen bei'm Europäischen Scorpion, nach Treviranus *), in einer Kiemenhöhle (saccus trachealis der fliegenden Insecten) als zwanzig und mehr zarte, halbrunde, weiße Blätter, die an den hornigen Rand des Stigma geheftet und wie Blätter eines Buchs übereinander geschichtet sind, wobei jedem das, aus übereinanderliegenden Platten bestehende Siebbeinlabyrinth einfallen muß. Rechnet man dazu, daß die Electricität, welche das idealere Leben der Atmosphäre ist, auch eine Flächenkraft genannt zu werden verdient, so ist es wohl erklärlich, warum im höchsten organischen Nachbild, der Nase, auch hauptsächlich eine Blattform auftritt.

§. 52.

Werfen wir hier noch einen vergleichenden Blick zurück auf die ganze Dreiheit der durchlaufenen Gebilde, so ist offenbar, daß die Natur in ihnen die drei Dimensionen des Raumes construiren will. Das Ohr ist die gelstig gewordene Länge, die Nase der sinnige Repräsentant der Breite und das Auge endlich eine Construction der Tiefe. Ist dieses aber deutlich, so ist eben so klar, warum nur drei Sinne und nicht mehr und nicht weniger aus den Säcken der Stigmatenreihe sich entwikkeln; denn eine vierte Dimension und also auch eine vierte Grundform ist nicht denkbar. Mit diesem mathematischen Grund vereinigen sich aber außerdem andere physische und physiologische Ursachen. Die physischen liegen in der Beziehung dieser Dryas auf die Elemente, was ich oben bei der Vergleichung von Auge und Ohr (§. 43. 44.) und der Betrachtung der Nase (§. 45.) genauer entwickelt habe. Wenn im Ohr sich alle Theile das Element zum Muster ihrer Bildung nehmen, dessen Character Festigkeit, dessen Tendenz Krystallisation, d. h. Bildung von Kanten, also von Linien ist, dessen idealer Proceß unter der Form der Länge im Magnetismus erscheint, wenn im Auge überall das Wasser nachgebildet wird, dessen Genius Beweglichkeit, dessen Form die Kugel und dessen Leben die im

*) Ueber den Bau der Arachniden, S. 7. Europäischer Scorpion, Taf. I. Fig. 7. D. S. 9. 10. Hausspinne, Taf. II. Fig. 16. v. v. 20. s. s.

Chemismus erscheinende Tiefe ist, und wenn endlich die Nase in Bildung und Leben mit der Luft sympathisirt, wo die Electricität als Flächentendenz sich offenbart, so ist leicht der Grund zu finden, warum sich nicht vor der Nase, oder zwischen Ohr und Auge noch ein viertes Sinnesorgan entwickelt, da es ja nur drei und nicht mehr, selbst kaum denkbar mögliche Elemente giebt, die jenen von der Vernunft gegebenen Dimensionen des Raumes eben entsprechen, und warum die Formen beider einander nachahmen. Die physiologischen Gründe aber liegen theils in dem Gehirnbau, der als Haupttheile eine ähnliche Dreiheit von Knoten bildet, wie äußerlich drei Sinnesorgane, welchen sie correspondiren, theils aber in der Triplicität der von ihnen wiederholten Systeme. Daß das Ohr eine Wiederholung des Knochensystems sey, ist schon von Oken u. A. scharfsinnig bemerkt worden. Das Unterscheidende des Auges von dem Ohr aber ist seine außerordentliche Beweglichkeit und sein Streben nach Muskelbildung (§. 44), so daß es an ihm wohl kaum einen Theil giebt, woran man nicht Spuren von Muskelfasern gefunden haben wollte, oder Zusammenziehungsfähigkeit angenommen und gesucht hätte. Ich glaube mich daher berechtigt, den Gesichtssinn nicht, wie Oken will, als Nervensinn, sondern als Muskelsinn anzunehmen. Die Nase steht in zweierlei Hinsicht der höchsten Entwicklung des Nervensystems näher, als das Auge, indem erstens wohl in kein Sinnesorgan eine so bedeutende Nervenmasse sich ergießt, als in die Nase, in welche sich bei den meisten Säugethieren das Hirn durch die Mamillarfortsätze, man kann sagen, geradezu fortsetzt, gleichsam in eine obere cauda equina zerfallend und durch unzählige Löcher das Siebbeinlabyrinth und die Muschelblätter mit Nervenpulpe überschüttend. Betrachten wir aber zweitens die drei Hirnknoten, woraus die drei Sinnesnerven, als von ihren Sinnesganglien, ihren Ursprung nehmen, in Hinsicht auf die hohe oder niedere Stufe, welche sie einnehmen, so lehrt die gleichzeitige Steigerung der höheren Geisteskräfte mit der Vervollkommnung der Hemisphären, daß dieses vordere Hirnganglion, was ursprünglich nur der Riechknoten ist, den edelsten Geistesfunctionen als Substrat diene und daher vor allen übrigen das edelste sey. Wenn also das Nervensystem in dem Geruchshirn seine Blüthe erreicht, so ist man vielleicht auch befugt, zu sagen, daß der Geruchssinn selbst, aus welchem die höchsten Geisteskräfte hervorwachsen, in der genauesten Beziehung zum Nervensystem an sich stehe und der Nervensinn sey. Dazu kömmt der bedeutende Einfluß der Gerüche und des Athemprocesses selbst auf die Erregung und Unterdrückung der Geistesthätigkeiten und der Nervenkraft überhaupt, die, mit dem Athmen zusammenhängende venöse Hirnbewegung, die vor den übrigen Elementen belebende Eigenschaft der Luft und manches Andere. Indeß auch an diesem Nervensinne möchte ich noch zweifeln, da theils der rein reproductive Character des Geruchs zu sehr widerspricht, und ich theils überhaupt nicht recht einsehen kann, wie es einen Sinn geben könne, der das Nervensystem wiederholt; denn alle Wiederholungen der Natur sind nur Repetitionen eines Niederen. Ist nun das Nervensystem und die Empfindung die höchste organische Bildung, so widerspräche es jenem Gesetz, wenn es sich als Sinn wiederholte, da es dann offenbar eine Stufe zurückschreiten müßte. Ueberdem ist ein Sinn, seinem Wesen nach, nur eine Verbindung der Sensibilität mit einer andern Hauptfunction, und die Empfindung an sich kann sich daher nicht zum Sinne gestalten. Ihr peripherisches Organ ist bloß der Nerv, der zum bestimmten Sinnesnerv erst wird, wenn er eine Grundfunction am Kopfe unterjocht.

§. 53.

Aus dieser Beziehung auf edle oder unedle Hirnknoten aber auf die Vollkommenheit eines der drei Sinne schließen zu wollen, wäre eine falsche Schlußweise, da es gerade augenscheinlich ist, daß die einzelnen Gehirnmassen

mit den, ihnen entsprechenden Sinnesorganen im umgekehrten Verhältniß der Stufe stehen. Das Auge, an Zartheit, Regelmäßigkeit und Schönheit des Baues, wie an Klarheit und Bestimmtheit seiner Anschauungen, alle übrigen offenbar übertreffend, enthält aus der mittleren Gehirnmasse oder den Sehnervenknoten und Vierhügeln seinen Nerven, da doch gerade diese es ist, welche in den Fischen das größte Uebergewicht hat, ja aus welcher auch das Gehirn der Wirbellosen hauptsächlich zu bestehen scheint, so daß man in ihr wohl die niedersten Geisteskräfte annehmen kann. Das Gehörorgan, schon unvollkommener, auseinandergezogener und unbestimmter im Bau, dunkler und verworrener in seinen Empfindungen, bekömmt den Sinnesnerven von dem Hinterhauptshirn, dessen Blüthe, das kleine Gehirn, wenn auch unvollkommener, als die Hemisphären, doch, nach seiner Entwickelung zu urtheilen, edler ist, als das Augenhirn. Und endlich die Nase, die, betrachten wir ihr Object, wie ihre Empfindung, ihren Bau, wie die Einheit ihrer Function, in jeder Hinsicht das unedelste Sinnesorgan dieser Drillingsbrüder ist, bekömmt ihre Nervensubstanz von den Hemisphären, welche sowohl Augenhirn, als Ohrhirn, durch das Uebergewicht, welches sie stufenweis in dem Affen, Neger und Europäer erreichen, übertreffen, während sie bei den Fischen noch kleine, röthliche Knötchen und kaum mehr, als die Wurzeln des ersten Paares sind. Die Gerüche werden sich in der Parfumerie nie zur Stufe der Malerei oder Tonkunst aufschwingen, der Geruch wird nie ein Kunstsinn werden können. Dunkel bleiben immer die Empfindungen seiner Objecte, und wie sein Organ mit der Vegetation, mit dem Athemproceß genau verknüpft ist, so zieht auch seine Empfindung selbst den Geist zur Materialität herab, von welcher ihn Tonkunst und Malerei befreien. Woher dieß anders, als weil der Geruch noch mit einem materialen Element in genauer Wechselwirkung steht? Wohl sind es alle drei, welche nicht der unmittelbaren Berührung des Körpers bedürfen, von dem sie das Bild erhalten, sondern die Ferne empfinden können — und merkwürdigerweise und übereinstimmend mit der Gleichheit ihrer Entstehungsart sind es allein diese drei unter den fünf Sinnen, welche dieß zu thun vermögen, während Geschmack und Getast die engste Beschränkung der Materie, die Schwere, d. h. den zu schmeckenden und zu betastenden Körper selbst an ihre Organe bringen müssen, um Sinnesempfindung zu offenbaren — wohl geht sowohl das Licht und der Schall, als auch die Gerüche über den Körper hinaus, welcher sie als seinen idealen Ausfluß erzeugt, aber von ihnen sind wieder Gehör und Gesicht die alleinig idealen Sinne, worin das Object nicht allein über sich meilenweit hinaustritt, sondern auch nicht mehr mit seinem Element, was es fortpflanzt, in uns herein bis zur Sinnespapille geführt wird. Ohr und Auge sind vollkommen geschlossen, obgleich bei'm Ohr noch Luft wenigstens in die Paukenhöhle geleitet wird, aber die Nase empfindet die Gerüche nur unter der Bedingung, daß sie nicht allein in die Höhle des Nasensacks und an die Muscheln kommen, sondern daß sie mit dem Einziehen der Luft*), ihrer materialen Basis, an diese Riechpapillen gelangen, was weder von dem, in Knochen

*) Doch scheint dieses nicht auf Einziehen der Luft durch die Athemwerkzeuge beschränkt zu seyn, und Autenrieth (Reil und Autenrieth, Archiv für Physiologie, Bd. IX. H. 2. S. 378.) mag wohl theils zuviel auf die Versuche Galen's, theils auf das Einströmen des arteriösen Blutes in das Gehirn während des Einathmens zur Erklärung des Phänomens gegeben haben. Unläugbar ist es, daß nichts gerochen wird, so lange man nicht Athem holt, aber daß diese Unterdrückung des Geruchs bloß Wirkung des Ausathmens auf das Gehirn durch die Ueberfüllung desselben mit venösem und durch Entleerung von dem reizenderen, arteriösen Blut sey, möchte ich, nach

eingekeilten Ohr, noch dem oberflächlichen Auge gilt, welche ihr Object ruhig empfangen, ohne es mit der Luft oder dem Wasser einathmen zu brauchen. Der Geruchssinn hat sich daher nur wenig über den Chemismus erhoben, kann sich nicht steigern zu Anschauungen von Raum und Zeit, was zum Theil auch auf die Bildungsweise seiner Gegenstände sich gründet, und worin vielleicht die Ursache der Dunkelheit seiner Empfindungen und seiner Unmöglichkeit, die Kunststufe zu erreichen, liegt. Die Bildung der Gerüche hängt sehr mit der chemischen Beschaffenheit der Stoffe zusammen und scheint hauptsächlich ihren Sitz in Modificationen des Wasserstoffgases zu haben, da bekannt ist, daß sich gerade wasserstoffige Substanzen durch Schärfe und das Angenehme des Geruchs vor allen andern auszeichnen. Die Bildung der Verschiedenheit der Farben geschieht dagegen durch verschiedenes Nebeneinanderliegen von Licht und Finsterniß und beruht also auf räumlichen Verhältnissen, die Verschiedenheit der Töne dankt ihre Entstehung der verschiedenen Schnelligkeit der Aufeinanderfolge der Schwingungen, entsteht also auf zeitlichem Wege. Wenn daher das Ohr mit Recht der Sinn der Zeit, das Auge der ideale Raumsinn genannt wird, so irre ich wohl nicht, wenn ich die Nase den idealen Qualitätssinn nenne, indem ja die Chemie die Wissenschaft ist, welche von der Qualität der Materie vorzugsweise handelt, während die Geometrie das Räumliche, die Arithmetik das Zeitliche in Betracht zieht. Außer diesen drei allgemeinsten Eigenschaften der Dinge und außer diesen drei allgemeinsten Wissenschaften, giebt es keine weiter, so daß sich ihre Dreiheit genau wieder an jene Triade der höheren Sinne anschließt.

Daß die Nase weit unvollkommener in ihrem Bau sey, als Auge und Ohr, beweis't schon eine oberflächliche Zusammenstellung. Wie viel unregelmäßiger und willkührlicher sind die Muscheln krystallisirt, gegen die Steinchen gehalten, wie viel gröber noch, vergleicht man sie vollends mit der Linse! Welche Unbestimmtheit herrscht in dem Bau der Höhlen? Das Labyrinth enthält eine große Menge von Divertikeln, aber Alle sind netter und regelmäßiger gebaut, als die Stirn- und Oberkieferhöhlen, welche jenen entsprechen möchten. Dasselbe gilt von der Verbreitung und Einheit des Nervensystems. Die Nase empfängt zwar dieselben zwei Arten von Nerven, wie die zwei anderen Sinne, aber ihre Vertheilung ist eine verschiedene. Hier vertheilen sich nicht nur die Aeste des Sinnesnerven an die Papillen, sondern auch an die Höhle selbst, an die Nasenscheidewand, und umgekehrt die Nebenzweige des fünften Paares nicht allein zugleich mit an das Warzengewebe, sondern sie versehen eine Papille allein mit Nerven, die untere Muschel, welche bekanntlich keine Zweige vom ersten Paar erreichen. Wie ganz anders und regelmäßiger ist es schon im Ohr! Harter und weicher Gehörnerv haben nichts mit einander zu thun, jener geht seinen Weg an die Bewegungswerkzeuge, dieser beschränkt sich auf den ursprünglichen Sitz des Gehörs, auf das Labyrinth

---

Versuchen, bezweifeln. Aeußere Luft muß mit den Gerüchen ohne Zweifel in die Nase kommen, und es reicht nicht hin, daß die feinen Geruchstheilchen durch die, in der Nasenhöhle, in dem Siebbein und den Muscheln schon enthaltene Luft fortgeleitet werden, aber man riecht auch, wenn diese durch Hülfe einer andern Pumpe als die Lunge ist, in das Labyrinth der Nase getrieben wird. Ich blies mir durch meine Injectionsspritze die Gerüche von Terpentinöl, womit sie noch erfüllt war, hinein, indem ich die Oeffnung derselben mir eben nicht tief in die Nase brachte, und sogleich spürte ich vollkommen den Terpentinölgeruch, ja selbst von derselben Stärke, als wenn ich ihn athmete. Ob dieß auch von allen andern Gerüchen gelte, weiß ich nicht; doch ist es allerdings wahrscheinlich, obgleich Galen auch solche Versuche mit dem Hineinblasen gemacht und nichts gerochen haben will.

und vor Allem auf die Papillen der Gehörsäcke, die Steinchen oder die Pulpe der Schnecke und des Vorhofs. Nur bei den Fischen scheinen Beispiele vorzukommen, daß der accessorische Gehörnerv oder der Gesichtsnerv zugleich an das Labyrinth tritt und die hinteren Steinchen mit Zweigen versieht *). Am Auge dagegen weiß ich kaum ein Beispiel, wo die Ciliarnerven zugleich an den Glaskörper oder die Linse sich verzweigten, oder der Sehnerv der Iris oder Aderhaut Aeste abgäbe.

Das Beispiel des Maulwurfs, wo äußerst dünne Sehnerven nach dem Auge laufen, unterwegs aber mit einer Anschwellung der Aeste des Trigeminus sich verbinden, scheint mir doch verdächtig und die Vertheilungsart der Nerven im Auge ist hier selbst noch nicht beobachtet worden. Bloß das Auge des Proteus und der Amphisbaena scutigera besitzt, nach Treviranus **), allein Aeste des fünfgetheilten Nerven, der Sehnerv fehlt ganz, es hat aber dabei auch die Sehkraft fast gänzlich verloren. Von den wirbellosen Thieren behauptet derselbe Naturforscher zwar ebenfalls, daß alle ihre Sinnesnerven nur Zweige des fünften Paares seyen ***), aber kaum ist zu glauben, daß dieselbe Retina, welche so deutlich bei den Sepien schon erscheint und mit der der Fische übereinkömmt, hier und dort von zwei verschiedenen Nerven sollte gebildet werden.

Uebersicht der Verhältnisse der drei idealen Sinnorgane unter einander.

Ohr.	Auge.	Nase.
Zeitsinn	Raumsinn.	chemischer Fernsinn (Qualitätssinn).
Melodie u. Rhythmus (Zahl, Bewegung)	Bild (Form).	Qualität (Chemismus).
Länge (Linienbildung)	Tiefe (Kugelbildung).	Breite (Blattbildung).
Luft-Erdsinn	Luft-Wassersinn.	Luft-Luftsinn.
Schall	Licht.	Gerüche.
nach Innen liegend.	nach Außen gelegen.	halb äußerlich, halb innerlich liegend.
je höher, desto unbeweglicher.	je höher, desto beweglicher.	
Sinn des kleinen Gehirns (Hinterhauptshirn).	Sinn der Sehnervenhügel und Vierhügel (Scheitelhirn).	Sinn der Hemisphären (Stirnhirn).
Knochensinn (Knochenbewegungssinn).	Muskelsinn (Muskelbewegungssinn).	Nervensinn? Reproduktionssinn.
hart, gefäßarm und undurchsichtig, farblos.	weich, gefäßreich u. krystallklar, gefärbt.	halbhart, halbweich, gefäßreich.
Oberhaut.	Lederhaut.	Schleimhaut.
	Theile derselben.	
Labyrinth länglich, röhrig (Bogengänge), von vorn nach hinten in Abschnitte getheilt, verschlossen.	Apfel rund (Bogengänge fehlen), von Außen nach Innen zerfällt; geschlossen.	Nasensack im Allgemeinen mehr canalig als rund; von oben nach unten getheilt, offen.
Papille (Steinchen) steinern (erdzellig), eckig länglich, wird spiral, oberhäutig.	Papille (Linse u. Glaskörper) wässerig (wasserzellig), rund, lederhäutig.	Papille (Riechbein und Muscheln) lustzellig, blattförmig, schleimhäutig.
eiförmiges Fenster	Hornhaut.	offen (fehlt).
Faserhaut verknöchert.	Faserhaut (Sclerot.) sehr entwickelt.	verknöchert.
Schleimhaut des Labyrinths gefäßarm, farblos.	Schleimhaut (Aderhaut) gefäßreich, gefärbt.	Schleimhaut (Schneidersche Haut) stark entwickelt und tomentös, gefäßreich, bald schwarz gefärbt (Amphibien, Fische) bald bloß blutroth.
Nerv windet sich spiral auf.	Nerv bildet einen Hohlspiegel.	Nerv flach vertheilt.
fehlen.	Ciliarfortsätze und Blendung.	fehlen.
Ohrmuschel senkrecht, röhrig.	Lider wagerecht, gewölbt.	Nasenflügel senkrecht.
Gehörknochen, Paukenhöhle ꝛc.	fehlen (Kinnladenrippen, Spritzröhren der Rochen)	fehlen (Zwischenkieferrippe, Stensonscher Canal)
Schmalzdrüsen des äußeren Ohres.	Thränendrüse und Nasencanal.	Schleimdrüsen.

*) Weber, a. O. S. 36. 37.
**) Vermischte Schriften anat. u. physiol. Inh. Bd. III. Ueber die Nerven des fünften Paares als Sinnesnerven. S. 139. Biologie, Bd. VI. S. 185.
***) Biologie, Bd. VI. S. 78. 79.

Dritter Abschnitt.

Vom Geschmack und Getast

Erstes Capitel.

Allgemeine Verhältnisse zu den Vorigen.

§. 54.

Wenn bei den vorigen Sinnen das Object, von den Gerüchen durch Schall bis zum Licht an Schnelligkeit und Weite der Ausbreitung zunehmend, über die niedere Materie, über den Körper, der es erzeugte, hinaustrat, wenn diese Sinne selbst dadurch größere und größere Kreise des Raums in ihrer Anschauung beschrieben, wenn ich sie aus dieser Ursache die drei idealen Sinne genannt habe, so sind die Gegenstände des Geschmacks und Getasts umgekehrt die beschränktesten Formen der Erscheinungswelt, überschreiten nicht die Gränzen der Schwerkraft, dieses materialen Ausgangspuncts alles Geistigen, und die entsprechenden Sinne, welche sich daher nicht über die niedere Materie erheben, verdienen deßhalb zum Unterschiede der vorigen Dreiheit den Namen der materialen Sinne. Geschmäcke und tastbare Dinge bedürfen der unmittelbaren Berührung ihrer Empfindungsorgane, um Empfindung zu erregen, die Objecte der übrigen Sinne nicht, so daß der Organismus vom tastenden Finger und der Zunge durch Nase, Ohr und Auge gleichsam immer größere Kreise in die Welt hinauszieht, mit welchen er sie geistig umfassen könnte. Die Organe des Geschmacks und Getasts haben daher auch in dem Ort ihrer Entwicklung nichts mit den drei idealen Sinnen gemein. Mit der Entwicklung der Nase ist die sinnige Tracheenreihe des Kopfs geschlossen, und weder der Geschmack, noch der Tastsinn, hat daher irgendwo etwas mit einem ihrer Stigmata zu thun. Nirgends wachsen die Finger oder die Zunge als ein Theil jener Seitenlinie zwischen Auge und Ohr, oder vor dem Nasensack hervor, ebensowenig als sich das Auge oder Ohr je an eine Fußzehe, oder an den Schlund anhängt. Dieselbe Trennung findet aber auch statt zwischen Tastsinn und Geschmack selbst. Sie entspringen nicht an einem und demselben Orte, sind nicht Glieder Einer Kette, wie Ohr, Auge und Nase, sondern gerade einander entgegengesetzt. Die zwei Hauptgegensätze, in welche der thierische Körper zerfällt, ist Haut und Darmcanal, wovon dieser der reproductive Theil des Organismus, jene das Feld ist, was sich durch Entwicklung der Bewegungswerkzeuge und des Nervensystems auszeichnet, also zu gleicher Zeit der Hauptsitz der Irritabilität und Sensibilität, folglich auch die edlere Abtheilung ist, wovon ich oben (§. 5.) schon geredet. An sie vertheilen sich nun Geschmack und Getast, und diese sind daher einander auf ähnliche Weise entgegengesetzt, wie ihre vegetativen Eltern. Der Geschmack hat stets seinen Sitz am Kopfende des Darms, entwickelt sich in dem ganzen Thierreich, was wir kennen, nirgends auf der Haut und bezieht sich genau auf die Verdauung. Das Getast hingegen hat seinen Hauptsitz nur auf der Haut, wo es theils in den Antennen, Insectenkinnladen

und Palpen, theils in den Fingerspitzen seine höchste Ausbildung erreicht. Die tastenden Eigenschaften der Zunge sind kaum damit zu vergleichen und beziehen sich doch immer mehr auf die Verkleinerung der Speisen, als auf die Erkenntniß der Formen. Es ist also der Tastsinn, wie Nase, Auge und Ohr, ein Hautsinn, während der Geschmack den einzigen Darmsinn darstellt. Wodurch unterscheidet sich aber der Tastsinn von den drei idealen Sinnen, da beide auf demselben Boden, der Haut, sich entwickeln? Jene Drillinge haben zum Ort mehr oder weniger die Rückenseite und lagern sich zwischen die Dornfortsätze des Schädels, die Tastorgane gehören dagegen der Bauchseite an, sprossen entweder als Insectenfüße selbst auf dem Bauchhalbring hervor, oder sind als die Spitzen der Bewegungsorgane der Wirbelthiere wenigstens Theile der Rückenrippe, des Schultergürtels. Dann sind aber ferner jene drei Säcke nur Glieder der Luftröhrenreihe, die Tastorgane umgekehrt lineare Fortbildungen einer Rippe, und also, trotz dem, daß sie beide auf der Haut wurzeln, verschiedenen Ursprungs und gehören nicht in Eine Reihe. Ueberschauen wir nun noch einmal die Sinne, so hätten wir nur drei und nicht mehr Arten: 1) einen Darmsinn (Geschmack); 2) einen Sinn auf den Bewegungsorganen (Getast); 3) drei Sinne als Fortsetzungen der Luftröhrenreihe. Durch das verschiedene Grundorgan, worauf sie sich entwickeln, sind sie scharf von einander getrennt, und gewiß Niemand wird mir in dieser Abgränzung und Zusammenstellung vorwerfen, daß sie nur in meiner Studirstube ihre Richtigkeit hätten. Ein einziger, auf ihre Bedeutung gerichteter Blick zeigt aber ferner sonnenklar, daß diese Dreiheit ihre Ursache in den drei Dimensionen des Organismus, oder in seinen drei Grundthätigkeiten besitzt, welche sich in ihr zum Sinn emporgehoben haben. Reproduction, Irritabilität und Sensibilität sind die Functionen, aus welchen Geschmack, Getast und jene Dreieinigkeit hervorwachsen, und die Nothwendigkeit der Dreizahl jener ist es auch für diese. Zuerst ist der Geschmack die zum Sinn emporkommende Reproduction, oder der reproductive Sinn. Daß er diesen Namen verdiene, beweis't der Ort, wo die Zunge entsteht, eben so überzeugend, als seine Beziehung auf die Verdauungsfunction selbst. Wenn der Darmcanal im Gegensatz zur Haut der Centralpunct der materiellen Thätigkeit, d. h. der Reproduction ist, so wird natürlich auch das Sinnesorgan, was aus seinem Kopfende sich bildet, der geistige Repräsentant derselben seyn müssen. Es ist folglich der Geschmackssinn wohl der niederste von allen, da ohne Zweifel die Vegetationsseite des Organismus, als die, nur auf Materiebildung gerichtete, überhaupt die untergeordnetste ist, und wohl mit Unrecht stellt man daher in den physiologischen Lehrbüchern den Tastsinn als den untersten auf, indem er um eine Stufe höher steht, als der Geschmack, und sich zu ihm verhält, wie Thier zu Pflanze. Denn der Tastsinn ist die zum Geist entschleierte Bewegung und der irritable Sinn, wofür wiederum das Organ den strengsten Beweis führt, worauf er sich ausbildet. Sobald zugegeben werden muß, daß die Extremitäten die freieste und vollkommenste Entwicklung und Darstellung der thierischen Bewegung sind, so möchte die tastende Hand als die Endspitze der Glieder auch der irritabel-sensitive Theil, oder ein Bewegungssinn genannt werden müssen, besonders da gerade die Finger selbst neben dem Tastsinn noch die freieste Bewegung des ganzen irritabeln Systems besitzen. Wie sich der Geschmack auf dem Ende des reproductiven Mittelpuncts, des Darmcanals, emporhebt, so wählt das Getast ebenfalls die Endspitze der Glieder zum Culminationspunct seiner Thätigkeit, die sonst noch an der ganzen übrigen Haut unvollkommen vertheilt ist. — Kaum ist es nöthig, den Beweis für die sensitive Stufe von Ohr, Auge und

Nase zu führen. Ich will nicht weitläuftig wiederholen, daß sie allein durch die Idealität ihres Objects zu Fernsinnen oder idealen Sinnen werden und über das Körperliche und die Schwerkraft sich erheben, was ja gerade das Eigenthümliche des Geistes ist, nicht zurückblicken auf das Geistige ihres Charakters, noch auf die größere Regelmäßigkeit und Feinheit ihres Baues, nicht ausführen, daß sie die Dreizahl des Gehirns bestimmen und die niederen Trabanten der einzelnen Hirnmassen sind — nur Eins will ich, in Beziehung auf das Getast, erwähnen, nämlich wieder den Unterschied des Sitzes, dessen Bedeutung und die Nervenvertheilung. Wenn, wie oben bemerkt wurde, die drei idealen Sinne vorzüglich dem Rücken angehören und sich zwischen die Dornfortsätze der Kopfwirbel legen, die Tastorgane umgekehrt stets mehr oder weniger nach der Bauchseite sich hinziehen und aus einer Rippe hervorwachsen, so fragt es sich: Wodurch unterscheiden sich diese beiden Seiten und die Nerven derselben von einander? Die Rückenseite ist diejenige, wo die Centralmassen des Nervensystems sich entwickeln, und zum Theil darum die Lichtseite des Organismus genannt worden, die Bauchseite dagegen hat einen größern Reichthum an Muskeln statt an Knochen und Nerven. Die drei sinnigen Luftlöcher liegen also dem Mittelpunct des Nervensystems, also auch dem Empfindungsleben näher, der Tastsinn hingegen nähert sich, wie es seine Bedeutung als Bewegungssinn auch verlangt, nach dem Hauptsitz der Muskelbildung. Schon daraus sieht man, daß sich beide zu einander verhalten, wie Nerv zu Muskel, also wie Empfindung zu Bewegung, aber zur Gewißheit wird dieß Verhältniß, sobald die Nervenbedeutung zugleich mit in Betracht gezogen wird. Am Rückenmark giebt es bekanntlich zwei, sich in Hinsicht der Entstehung, wie der Verzweigung und Function opponirte Nerven, von denen die einen die vordere, die anderen die hintere Wurzel bilden, welche aber bei den niederen Thierclassen häufig ganz von einander getrennt, zu abgesondert verlaufenden Nerven werden. Nach Magendie's*), Mayo's**) u. A. neuesten Versuchen, vermitteln aber die von der hintern Fläche des Rückenmarks entspringenden Rückenäste vorzugsweise die Empfindlichkeit der Theile, die von der vordern Fläche ausgehenden Bauchäste die Bewegungsfähigkeit derselben und verhalten sich also zu einander wie Sensibilität zu Irritabilität im Allgemeinen. Was sind aber die Armnerven ihrer Genesis nach? Offenbar, wie auch Meckel ***) richtig bemerkt, nichts anders, als die ungeheuer entwickelten vorderen Aeste der Hals- und Rückennerven, während die hinteren antagonistisch kleiner geworden, oder noch bestimmter gesagt, es sind die überwiegend ausgebildeten pectorales externi der übrigen Rückennerven, deren Urstamm, der Intercostalast, zusammengeschrumpft oder verschwunden ist. Allmälig werden nach oben die Pectoralzweige stärker und gehen durch den Armzweig des zweiten und dritten Rückennerven in die Armnerven selbst über. Es gehört also auch, wegen der Nervenbedeutung, das Getast der Bewegung an. Fragen wir umgekehrt nach der Entwicklung und dem Wesen der Sinnesnerven von Ohr, Auge und Nase, so sind diese jenen gerade entgegengesetzt. Aus der Ansicht, daß das Hirn nur eine Fortsetzung des Rückenmarks sey, folgerte man, daß auch dessen Nerven dasselbe Verhalten zeigen müßten, und man versuchte so in den verschiedenen Hirnnerven auch hin-

*) Journal de Physiolog. expériment. Tom. I.

**) Magendie, Journal, 1823.

***) Menschliche Anatomie, Bd. III. S. 642. §. 1832.

tere und vordere Wurzeln nachzuweisen *), was im Allgemeinen leicht gelingt. Aus einer solchen Vertheilung an Bauch und an Rücken ergiebt sich aber, daß die meisten, zu Bewegungsorganen gehenden Nerven, wie Trigeminus (harter Hörnerv?), die verschiedenen Augenmuskelnerven vordere Wurzeln sind, da im Gegentheil der Hörnerv von dem oberen Theil des verlängerten Markes aus der vierten Hirnhöhle, der Sehnerv von den Vierhügeln und den Sehnervenganglien und der Riechnerv ebenfalls (besonders deutlich bei den Fischen) aus dem oberen Theile, d. h. dem gangliösen der Hemisphären, seinen Ursprung nimmt, während an diesem Riechknoten an dem Fischgehirn die Fortsetzung des unteren oder faserigen und Bewegungstheils des Rückenmarks, die Gehirnschenkel sich noch nicht bis in den vordersten Wirbel unter die Riechknoten verlängert zu haben scheinen (Karpfen), so daß also diese Nerven der höchsten Sinnesorgane hintere Wurzeln und folglich eigentliche sensitive Nerven genannt werden müssen. Es sind ohne Zweifel die edelsten Nerven des ganzen Gehirns, in welchen die Empfindung sich am reinsten von der Bewegung geläutert hat, daher aber auch die Sinnesorgane, zu welchen sie sich begeben, als die leiblichen Abdrücke der Sensation an sich, d. h. der Empfindung auf der Sinnesstufe, zu betrachten. —

Es giebt daher nur drei und nicht mehr Arten von Sinnen, wie wir nur drei und nicht mehr Grundkräfte des thierischen Organismus besitzen. Die Reproduction und Bewegung bringen nur Einen Sinn, Zunge und Finger, hervor, die Empfindung dagegen entwickelt, wie wir sehen, eine Dreiheit. Der Grund davon liegt ohne Zweifel in der Combination der vorausgegangenen Kräfte und Organe in den höheren, sensitiven, was unmittelbar aus dem Gesetz der Causalität folgt. Jene drei Grundkräfte, oder besser die drei höheren Systeme (Knochen, Muskel und Nerv) werden vielleicht durch Ohr, Auge und Nase wiederholt, doch ist es in mancher Hinsicht schwierig, die richtige Vertheilung zu treffen. Es entspricht deutlich genug das Ohr dem Knochensystem, indem nicht allein innerlich alles kalkig sich entwickelt, sondern selbst ein für das Gehör fungirendes Gerippe daran hängen bleibt, was keinem der zwei übrigen Sinnesorgane zukömmt. Ist aber das Knochensystem Wiederholung der Reproduction **), so ist das Ohr also der Reproductionssinn und zugleich, wie der Knochen, einseitiges Glied der Bewegung. Dagegen erhebt sich freilich aber die Nase, welche durch ihre auffallende Verbindung mit den Reproductionsfunctionen (Athmen und Essen) sich nicht mit einem immateriellen Nervensinn befassen will. Da aber das Auge nach seiner ganzen Bildung der Muskelsinn ist, so fiele das Nervensystem durch. Es giebt so hauptsächlich drei Meinungen, wovon jede etwas für sich hat:

1) Entweder stellen sich Muskel, Knochen und Nerv alle drei in ihnen dar, und dann entspricht entweder:

a. Das Ohr der Reproduction und dem Knochen, das Auge der Bewegung und dem Muskel, und die Nase der Sensation und dem Nerven selbst, oder

b. Nase ist Reproduction, Auge Empfindung und Ohr Bewegung, was der Meinung von Oken am nächsten steht, aber nicht mit dem Bau der Organe übereinstimmt, oder

---

*) Meckel, a. O. Bd. III. S. 787. §. 1897.

**) Oken, Naturphilosophie, Bd. III. S. 62.

2) Bloß Reproduction und Bewegung treten idealisirt auf, so daß die Nase die ungetheilte Reproduction, Auge und Ohr die zerlegten Glieder der Bewegung, Muskel und Knochen, sind. Zwischen der ersten und dieser letzten Meinung, die vielleicht (da die Thätigkeit eines Nerven, hat er sich einmal in der ganzen Trias zum reinen Empfindungsnerven erhoben, nicht höher steigen kann, ohne in den Geist überzugehen und sich folglich im Hirn und nicht in einem Sinn darzustellen) die richtigste von allen ist, kann ich jetzt mit vollkommener Strenge nicht entscheiden. Wie es aber auch seyn mag, jene Dreiheit der Sinne überhaupt steht wenigstens fest und, wie ich glaube, auch die gegebene Deutung und Ursache derselben. Mit dieser Gewißheit fällt zugleich die Annahme von mehr als der fünf gewöhnlichen Sinne, wie man noch einen Wärmesinn, ja selbst einen Muskelsinn aufstellen wollte, bei welchem letzten das Wort Sinn statt Instinkt gemißbraucht worden ist.

Zweites Capitel.

Von den Tastorganen.

§. 55.

Ich beginne mit dem Tastsinn, weil ich diesen aus der angegebenen Ursache für den höheren der zwei materialen Sinne halte und bisher von dem Höheren zum Niederen fortgegangen bin, welches analytische Verfahren darin seine Rechtfertigung finden mag, daß diese Blätter nur Beiträge, kein vollendetes System seyn wollen.

Der Tastsinn ist ohne Zweifel der Sinn der Schwere im allgemeinsten Sinne des Wortes, wie er auch von Oken u. A. genannt worden. Er mißt, mit Hülfe der vergleichenden Muskelkraft, die verschiedene Schwere der Körper, erkennt aber neben dieser Aufnahme der stärkeren oder schwächeren Beziehung, welche die Körper zum Mittelpunct der Erde haben, zugleich die schwächere oder stärkere Centripetalkraft ihrer Atome und wird so der Cohäsionssinn oder der Sinn für Festigkeit und Weichheit, der Sinn der individualen Schwere. Durch Hülfe dieser äußern Kräfte erhebt er sich zum Formsinn, was seine höchste Entwicklung und Eigenthümlichkeit ist, und nur dadurch wird er unterschieden von dem Auge, welches auch die Formen der Körper empfindet. Die Hand empfindet sie nur durch die Hülfe und Aufnahme ihrer Schwerkraft und Cohäsion, das Sehorgan hingegen durch die Farben und das Verhältniß von Licht zu Finsterniß. An der materialen Hand ist also die Ursache der Formenerscheinung eine Contractiv- oder Centripetalkraft, im Auge dagegen umgekehrt eine Centrifugal- oder Expansivkraft. Es erkennt deßhalb die Hand die nächste Nähe, das Auge die, von ihrem Mittelpunct entlegenste Ferne der Materie, und obgleich sie offenbare Wiederholungen von einander sind, da beide hauptsächlich auf das Räumliche der Dinge sich richten, so sind sie doch gerade wegen ihrer verschiedenen Beziehung auf Licht und Schwere, von einander durch dieselbe Kluft geschieden, welche Geist von Materie überhaupt trennt.

Was ist aber die physiologische Ursache, warum das Tastorgan gerade an die Bewegungsorgane und nicht an einen andern Theil sich heftet, warum es also mit der Ortsbewegung so genau zusammenhängt, daß man diesen Sinn den irritabeln nennen muß? Ich glaube, es ist die Verbindung, welche beide mit dem Raum haben. Ortsbewegung ist nur gegen den Raum im Allgemeinen gerichtet, das Tasten gegen einzelne Erscheinungen desselben, gegen individuale Räume oder Formen. Mit jedem Schritt, durch welchen wir unsern Körper fortrücken, nehmen wir einen neuen Raum ein und machen ihn zu dem Eigenthum des Organismus, assimiliren ihn daher gleichsam, und man kann darum jene eine Aufnahme des Raumes an sich, dieses eine geistige Assimilation der einzelnen mathematischen Figuren desselben nennen. Sie verhielten sich also zu einander wie Allgemeines zu Einzelnem und wie materiale Aufnahme zu geistiger, zu Empfindung. Damit hängt unmittelbar die Art der Metamorphose der Bewegungsorgane in dem Thierreich zusammen. Wenn auch nicht die Flossen der Fische, wie wir hernach sehen werden, die ersten Spuren der Bewegungsglieder höherer Thierclassen sind, sondern schon unter den Wirbellosen unverkennbare Andeutungen derselben sich finden, so verändert sich doch in diesen letzten die Thätigkeit nicht, oder steigt selbst wohl noch eine Stufe tiefer herab. Ihre Metamorphose zu der Sinnesthätigkeit hin beginnt daher mit den Fischen und steigt bis zu den Säugethieren und dem Menschen herauf. Bei den Fischen sind die Extremitäten, obgleich sie eine große Anzahl von Fingerstrahlen besitzen, wegen ihrer flachen, gelenklosen Bildung, ungeschickt zum Tasten und noch fast reine Ortsbewegungsorgane, beziehen sich also bloß auf den allgemeinen Raum. Je höher wir uns erheben, desto mehr übernehmen sie zugleich die Function des Greifens und Haltens der Beute, werden Greiforgane, wobei also die Extremitäten auf die Individualisirung des Raumes, auf Umfassen einzelner Körper sich zu richten anfangen, dienen aber bloß noch der Verdauung durch Zerstückelung der Beute. Die höchste Blüthe erreichen sie endlich erst bei den Affen und Menschen, indem hier neben dem Greifen der Körper noch jene höhere Eigenschaft an der Hand sich entwickelt, durch welche wiederum der einzelne Körper gleichsam zerlegt und bloß sein Cohäsions- und Formverhältniß aufgenommen wird, das Tasten. Die Bewegungsorgane erlangen also ihre Vollkommenheit und die höchste Stufe ihres Geistes durch Individualisiren ihrer Objecte: vom Raum an sich zu Körper und von da zu dessen geometrischen Eigenschaften liegt ihre Stufenleiter. Mit dieser Erhebung der Bewegung zu Geist nimmt sie selbst aber in ihren niederen Eigenschaften antagonistisch ab; denn wie, nach einem allgemeinen Gesetz der Entwicklung, das Niedere überall sinkt, wo das Höhere steigt, wie mit dem Auftreten der Bewegung die Reproduction, mit dem Aufblühen des Geistes ebenso die Irritabilität in kleinere und kleinere Lebenskreise sich zurückzieht, so verliert sich auch an denjenigen Bewegungsorganen, welche zum Sinn des feinen Getasts werden, die niederste Form der Bewegung, die Ortsbewegung. Die obere Extremität kehrt sich so bei ihrer letzten Metamorphose im Menschen mit Abwerfung der Locomotion allein gegen das Ergreifen einzelner Körper und das Erkennen der Cohäsionsverhältnisse und der daher entstehenden Formen derselben, die untere, welche in den Affen zuweilen noch tastende Eigenschaften besaß, wird ungeschickt zum Tasten und Ergreifen und reducirt auf bloße Ortsbewegung. Warum bei dieser Vertheilung die obere Extremität den Vorrang behält, erklärt sich leicht daraus, daß der vordere Theil des Körpers nicht allein der edlere überhaupt, sondern auch vorzugs-

weise der sensitive ist. Nach dem Kopfe drängen sich die Sinne, wie der Geist, hin, und es werden folglich auch die Brustglieder sich zur Empfindung mehr hinneigen, als zur Bewegung.

§. 56.

Wenn die Finger als die gröberen Zertheilungen der Glieder die allgemeinen Tastinstrumente sind, so sind die feineren Zerfällungen an der Haut derselben, die Nervenwärzchen, der Sitz der feinsten Tastempfindung. Was am Ohr als Steinchen, im Auge als Krystalllinse, in der Nase als die Muschel sich darstellt, kehrt hier mit Schleimhaut und Oberhaut überdeckt wieder als der Papillarkörper. Die farblose innere Haut des Ohrlabyrinths, die kohlenstoffige Aderhaut des Auges, die gefäßreiche, Schleim statt Wasser absondernde, Schneidersche Haut der Nase wiederholt sich hier als Malpighisches Netz und bedeckt ihre Papillen ebenso, als hauptsächlich in der Nase die Schleimhaut die knorplige oder faserige Grundlage überzieht, oder am einfachen Auge der Insecten die braune Pigmentschicht selbst noch an der äußeren Seite die Linse bekleidet. An sie vertheilen sich die meisten Nerven, nach der Analogie des Auges, wo sie sich auch an den innersten Theil des Hautknopfs anlegten, obgleich hier alle drei Schichten weniger von einander gesondert sind, als dort. Sie verdienen daher den Namen der Nervenpapillen allerdings in Hinsicht ihres Nervenreichthums und Sinnescharacters, wenn auch nicht nach der alten Meinung, als wären sie Fortsetzungen der Nerven selbst. Schleimhaut und Oberhaut tragen aber ohne Zweifel zur richtigen Brechung der Cohäsion der Körper ebenso und vielleicht bedeutender bei, als im Auge Choroidea und Hornhaut zur Brechung und Einsaugung des Lichtes. Wenn die Papillen selbst — ich möchte sagen — die Concentrationsorgane der Schwere sind, so mäßigen Epidermis und Schleimnetz, wie am Auge, die Heftigkeit und Schärfe der Eindrücke, und man muß daher physiologisch alle drei als Ein Ganzes ansehen. Daß die Papillen aber Fortsetzungen oder Knöpfchen der Lederhaut sind, ist jetzt von allen besseren Anatomen angenommen *). Am deutlichsten scheint es in denjenigen Thieren zu seyn, wo das Gefühl noch nicht den höchsten Grad erreicht hat. Je mehr dieß geschieht, desto mehr scheinen sich die Nervenwärzchen zu individualisiren und gleich der Linse eines Stemma von ihrer fibrösen Unterlage zu lösen. Sie haben also in dieser Hinsicht mehr Aehnlichkeit mit der Nasenbildung, wo bei den Fischen die blattförmigen Geruchswarzen noch als Fortsätze oder Knöpfe der Lederhaut des Nasensacks kammartig hervorspringen, nur mit der Ausnahme, daß hier die Nerven zum Hauptsitz den Papillarkörper selbst, an der Nase die Schleimhaut erwählen. Jene Lederhauthügelchen stecken in ähnlichen Ausfaltungen des Schleimnetzes, und dieses trägt wiederum an derselben Stelle eine entsprechende Hervorragung der Oberhaut über sich, so daß also alle drei Hauptlamellen des Hautsystems sich erheben und vollkommen die Ocellenschichten, nur weniger bestimmt, wiederholen. Werden sie breiter und prädominirt die Oberhaut, so entsteht die Schuppenbildung, ragen sie linienförmig hervor, so entsteht der Haarbau, liegen sie schief als dichte Linien neben einander geschichtet und herrscht auch wieder die knochige Oberhaut, so tritt dieselbe Bildung als Nagel hervor, dessen faseriges Gewebe nur der Abdruck der darunterliegenden Nervenwärzchen ist. Bekömmt die Schleimhaut mehr das Uebergewicht, so werden sie zu Zotten des Darmcanals, und schon Bichat ver-

*) Meckel's menschliche Anatomie, Bd. I. S. 584. Beclard, a. O. S. 294.

gleicht daher mit Recht die Zotten mit diesen Theilen *). So wechseln ihre Gestalten tausendfach, und wenn keine der andern gleicht, so bleibt doch der Boden und ihr Wesen stets dieselben. Aus dieser Gleichheit ihres Wesens ist, wie ich oben schon berührt, der Antagonismus unter den verschiedenen Fortsätzen des Hautsystems zu erklären. Wo Schuppen und Haare sich stark ausbilden, tritt die Bildung der Nervenwarzen natürlich zurück, da die Grundlage jener die metamorphosirten Papillen selbst ist. Wenn die Natur daher einen vollkommenen Tastsinn entwickelt, wie an den Fingerspitzen, so zieht sie alle vorstehenden Haarröhren ein und reducirt sie auf die winzigen Oberhauthöckerchen dieser Theile. Je vollkommener der Tastsinn wird, desto mehr zerlegt sie die breite Schuppenbildung, desto feiner und zahlreicher werden die Tastkörgelchen und von ihr bleiben bei'm Menschen nur noch als letzte Spuren jene bogenförmig laufenden, durch Furchen von einander geschiedenen Linien der Fingerspitzen übrig. Diese sind nichts Anderes, als Falten der Hautschichten, und folglich Schuppen in Miniatur, welche sich von hinten nach vorn ziegelartig decken und wiederum in kleinere Theile, gleichsam Schuppenstrahlen, getheilt sind. Alles drängt sich schief nach vorn, wie die Schuppen der Eidechsen und Schildkröten, was am deutlichsten auf dem Handrücken zu bemerken ist. Die Haarspitzen drehen sich am menschlichen Arm spiralförmig nach und nach von hinten nach vorn, so daß sie auf der Mitte des Handrückens eine vollkommen gerade Richtung nach den Fingerspitzen haben, sie verlieren sich auf dem zweiten und regelmäßig auf dem dritten Fingerglied, weil, statt ihrer, als eine große Endschuppe der Nagel sich hier entwickelt. Die Papillen, welche unter dem Nagel liegen, stehen daher schief nach vorn, und auf dieselbe Weise, gleichsam den großen Nagelkreis noch feiner nachahmend, erheben sich an der Vola die zierlichen Kreisfältchen als Hauptorgan des Tastsinnes. Von der Seite des kleinen Fingers strömen, die Direction der Haare nachahmend, nach der Mitte der Vola dichte Züge von Tastwärzchen in geschlossenen Linien herein und kommen hier mit einem gerad aufsteigenden Strom zusammen, der nach dem Zeigefinger sich hinzieht. An einzelnen Stellen, wie am Ende der Seite des kleinen Fingers, an den Fingerspitzen werden, wie es scheint durch verschiedene zusammentreffende Ströme, Wirbel gebildet, die man füglich mit dem Haarwirbel des Schädels vergleichen kann, da die Papillen ja, ihrer Bedeutung nach, Haarhöckerchen sind. So schiebt sich an den Fingerspitzen merkwürdigerweise stets der von der Ulnarseite kommende Strom in dem andern der Radialseite ein, und die Wirbel liegen daher hier regelmäßig schief nach der Radialseite herauf und im Allgemeinen mehr auf der Ulnarseite, was mit der größeren Menge von Papillenstreifen, welche überhaupt von der letzten Seite hereinströmen, zusammenhängen mag. Auch scheint der Mensch mehr mit der Ulnarseite der Fingerspitzen zu tasten, als gerade umgekehrt, und man kann sich leicht überzeugen, daß man damit auch feiner fühlt, als mit der Radialseite. Wirkliche Spiralwindungen macht an meiner Hand nur die Papillenlage auf dem Daumen, alle übrigen Finger haben bloß schuppenartige Bögen.

§. 57.

Ist es aber wahr, daß die Tastpapillen mit den Haaren, Schuppen, Zotten u. s. w., dem Wesen nach, übereinkommen, so ergiebt sich eben so leicht, daß sie unmerkliche Ueberbleibsel von Kiemenfädchen

*) Bichat, allgem. Anatomie, S. 27.

sind. Ja, die ganzen Extremitäten hängen offenbar mit der Bildung dieser Athemwerkzeuge zusammen und schon oben habe ich diese Metamorphose erwähnt (§. 46.). Sind die Insectenflügel Vorbilder der Bewegungsglieder der höheren Thierclassen, so folgt dieser Satz leicht daraus, daß die Flügelbildung wieder ihr niederes Muster in den athmenden Flossen von Clio, Hyalaea u. s. w. findet. Aber auch die Vergleichung der Structur einer Fischflosse und der Kiemen derselben Thierclasse zeigt dieses unumstößlich, wie ich an einem andern Ort bewiesen *). Die doppelten Fingerstrahlen der Grätenfische finden nur ihr Ebenbild in den doppelten gezähnten Knochenstrahlen der Kiemenfasern, nur ist hier alles viel kleiner, weicher, gefäßreicher, dort alles größer, knöcherner und nervenreicher. Der Schultergürtel ist ein stark ausgebildeter Kiemenbogen, oder noch allgemeiner gesagt, die Rippe des Hinterhauptsbeins, welche sich, gleich denen der Eidechsen, mit einem doppelten Fortsatz hier oben und unten anlegt. Diese Fortsätze, welche bei den Amphibien verschwinden und dadurch die Freiheit der Extremität befördern, kehren an dem obern Ende des Kiemenbogens wieder, und sie sind es, welche in den höchsten Thierstufen an den Rippen übrig sind, als der Rippenhöcker (der Fortsatz, welcher dem Querfortsatz des Wirbels hauptsächlich entspricht) und das Gelenkende der Rippe. Wenn der Schultergürtel die Rippe des Hinterhaupts ist, so gehören die Kiemenbogenrippen den Felsenbeinstücken, der Quadratknochen und das Zungenbeinhorn dem Scheitelbein, die Alveolarstücke der Kinnladen dem Stirnwirbel und die Zwischenkieferrippe endlich dem Nasenwirbel an (s. §. 6.). — Das Getast hat es also mit den Drillingssinnen gemein, daß es im genetischen Verhältniß zum Athmungsproceß steht, der Unterschied ist nur, daß Nase, Auge und Ohr sich mehr anschließen an die sackartigen, die Tastorgane an die gliederartigen, die Kiemen, andere eben erwähnte Scheidungspuncte nicht zu wiederholen. Die einzelnen Finger stehen daher ursprünglich, gleich den Kiemenfasern, in der Länge der Schulterrippe herab, wie dieß in den Fischflossen und selbst in der Lagerung der Flügeladern mehr oder weniger deutlich ist, obgleich allerdings bei den ersten die einzelnen Carpusknochen schon eine schiefe Richtung haben, die sich zum Theil nach vorn und hinten neigt. Später dreht sich die Extremität noch mehr, so daß man sich verleiten lassen kann, die Finger für die Endspitzen einer Reihe nach dem Rücken zu im Oberarmbein zusammengeschmolzener Rippen anzusehen, was sie nicht sind. Sie sind nur vergleichbar den Kiemenfasern und Kiemenstrahlen, und es wird folglich Rückenfinger und Bauchfinger geben. Welches diese sind, ergiebt sich aus der Lagerung der Daumenstrahlen nach oben, der des kleinen Fingers nach unten, aber auch schon aus der Vergleichung mit der Größenverschiedenheit der Kiemenstrahlen, wie auch aus dem Character von Rücken- und Bauchseite überhaupt. Da der Rücken der Ort ist, wo alle Knochenbildung überwiegt und der Bauch umgekehrt einen Reichthum an Muskeln und weichen Theilen überhaupt zeigt, so liegt der Schluß nahe, daß auch die schief oder senkrecht aus den Rippen sprossenden Knochenstücke — gleichsam die secundären Rippen — dort stärker als hier seyn müssen, wie die Urrippen. Am klarsten ist dieses ausgesprochen an der Zungenbeinrippe der Fische, deren Rückenende, nach dem Obigen (§. 6.), das Quadratbein ist. Es liegen hier die kleinsten und dünnsten Kiemenstrahlen am Bauchende derselben, werden nach oben immer dicker und die letzten sind die breiten daumenartigen Stücke des Kiemendeckels. Dasselbe kann daher auch an dem

*) Isis, Jahrgang. 1822. H. 7.

Schultergürtel nur wiederkehren, und es sind folglich die ersten drei stärkeren Finger Dorsalglieder, die zwei kleineren letzten Bauchglieder. Ueber die verschiedene Zahl der Fingerstrahlen der Fische und die Fingerzahl in den höheren Classen müßten sich Gesetze aus der Zahl der Kiemenstrahlen, Kiemenfasern u. s. w. entwickeln lassen, wobei man vielleicht selbst die Zahl der Flügeladern der Insecten vergleichen könnte, und wahrscheinlich findet sich hierin zugleich die Ursache der Fünfzahl der Finger am Ende des Thierreichs. Doch bin ich, aus Mangel an genauen Beobachtungen, nicht im Stande, jetzt Bildungsgesetze darüber mitzutheilen. Wohl ist aber klar, daß die Bildung der Extremitäten von den Fingern ausgeht und daß diese die Urknochen sind. Welche Menge und Länge der Fingerknochen bei den Fischen, im Verhältniß zu den Mittelhand- oder Handwurzelknochen, an welchen selbst die ersten Anfänge des Vorderarms und Oberarms nur unvollkommen und dunkel angedeutet sind! Bei den Amphibien sind die Finger schon viel kürzer, und es nimmt immer mehr der Oberarm und Vorderarm an Länge zu. Jedoch herrscht unter den Säugethieren der letzte noch größtentheils, und erst im Menschen, wo der Oberarm am freiesten und weitesten aus der Haut sich heraushebt, erreichen die Extremitäten die höchste Stufe der Ausbildung; ja nach White's vergleichenden Messungen, ist selbst noch bei'm Neger der Vorderarm größer, als bei'm Europäer im Verhältniß zu dem Oberarm und der Körperlänge, wodurch der Uebergang zu den Affen gemacht wird, so daß also die bedeutendste Länge und Vollendung des Humerus mit der Vollendung des Menschengeschlechts selbst zusammentrifft.

Drittes Kapitel.

Von der Zunge.

§. 58.

Der Geschmack ist der eigentliche Reproductionssinn und hängt daher mit dem Verdauungsproceß genau zusammen, er ist der materiale Vegetationssinn im Gegensatz zum Geruch, dessen Character zwar auch sehr an die Materialität des Organismus erinnert, aber durch die Fernwirkung seines Objects zu einem idealen Sinn wird. Der Geruch scheint also die ideale Wiederholung des Geschmacks zu seyn, während sich das Getast, in die zwei Factoren der Bewegung, Muskeln und Knochen zerfallend, zu Auge und Ohr verwandelt. Es hat daher sowohl das Hören, als das Sehen viel mit dem Tasten gemein, der Geruch hingegen nicht allein die größte Aehnlichkeit mit dem Geschmack in Hinsicht auf die Art der Empfindung, welche er hervorbringt, sondern er steht auch in mannichfaltigem sympathischen und anatomischen Zusammenhang mit ihm. Das letzte offenbart sich in der Verbindung der Nasenhöhle mit der Mundhöhle durch die Choanen und die Stensonschen Gänge; was das Erste betrifft, so ist nicht unbekannt, daß man nicht selten gewisse Geschmäcke andern Gerüchen ähnlich findet und sie mit ihnen wohl auch verwechselt, was ohne Zweifel nur von der Aehnlichkeit der Empfindung beider herrührt. Es sind

beide Reproductionsempfindungen, nur mit dem Unterschied, daß die Geschmacksempfindung gröber, die des Geruchs geistiger ist, daß jene es nur mit wässerigen, diese nur mit luftigen Stoffen zu thun hat. Das Geschmacksobject geht daher nie über die Schwere hinaus, d. h. überschreitet nicht die Gränze seines Körpers, sondern löst sich mit ihm im Wasser auf, während Moschus und mehrere andere Riechstoffe weit ihre Gerüche verbreiten, ohne häufig an Gewicht zu verlieren. Bei der ausschließlichen Beziehung des Geschmacks auf das Wasser ist er daher mit Recht von Oken der Wassersinn genannt worden, und er correspondirt dem Chemismus in der anorganischen Natur, der Tastsinn als der Cohäsions- und Schwieresinn hingegen hat sein anorganisches Vorbild in der Erde und ist folglich Erdsinn. Hat es die Natur bis zur Luft gebracht, so scheint die Sensation ideal zu werden und in Nase, Ohr und Auge die vorigen zu wiederholen.

§. 59.

Der Sitz des Geschmacks kann daher kein anderer seyn, als der Hauptsitz der Reproduction selbst, der Darmcanal, und wenn überhaupt alle Hauptgebilde eines Körperringels nach dem Kopf zu sich vergeistigen, so dürfen wir auch schließen, daß gerade das Kopfende des Darms der Ort seyn wird, wo der Darmgeist erscheint und zum Bewußtseyn erwacht. Die Mundhöhle ist es daher, welche als der Kopftheil desselben das Geschmacksorgan, die Zunge, entwickelt, ja welche ohne Zweifel oft selbst, ohne Ausbildung eines besonderen Organs, der Sitz des Geschmacks ist, wie die Menschen beweisen, welche, ohne Zunge geboren, dennoch schmeckten, und die niederen Thiere, welchen auch zuweilen wohl die Zunge, aber nicht der Geschmacksinn fehlt. Die Zunge ist nur der individualisirte Boden dieser Höhle, der sich erhebt, mehr Muskeln und Nerven bekömmt, sich von seinem Mutterorgan löst und so als ein selbstständiges Organ erscheint *). Und zwar ist in der Mundhöhle da die Gegend ihrer Entwicklung, wo die letzte Kopfrippe übrig ist, die Zungenbeinrippe nämlich, während die übrigen sich an andere Sinne vertheilt haben, entweder als correspondirende Wirbeltheile, oder selbst als Hülfstheile. So gehört der Zwischenkiefer der Nase, der Oberkiefer dem Auge, die Kiemenbögen dem Gehör und der Schultergürtel dem Getast an, und der Geschmack endlich heftet sich an die mittelste Rippe oder das Zungenbein an, was daher seinen Namen erhalten. Sowie die Tastorgane auf der Hautseite ihrer Rippe sich als senkrechte Vorsprünge nach Hautweise entwickelten, so das Geschmacksorgan aus der Darmseite des Zungenbeinhorns auf Darmweise. Die Zunge ist daher, wie die Tastorgane und alle anderen Sinne, ein doppeltes Organ, jede Hälfte gehört einer Seite des Zungenbeinkörpers an. Am deutlichsten ist diese Doppeltheit in den Schlangen ausgesprochen, aber auch mehr oder minder in allen andern Thieren, häufig durch eine mittlere Theilungslinie zu erkennen, was auch zu bekannt ist, als daß es einer weitern Ausführung bedürfte. Ist daher offenbar die Ruthe am hintern Ende des Körpers das entsprechende Organ der Zunge, so möchte doch beide derselbe Unterschied von Haut und Darm trennen, welchen Zunge und Tastorgan an sich tragen; denn wenn die Zunge eine Entwicklung der Darmhäute ist, so scheint die Ruthe ihren Boden nicht etwa in der Kloake, sondern auf der Haut des Bauches zu haben und ein Ueberbleibsel der Reizungsorgane der

*) Oken, Naturphilosophie, Bd. III. S. 98. §. 2284. Meckel's menschliche Anatomie, Bd. IV. S. 174.

Krebse u. a. und folglich, ihrer Bedeutung nach, ein Paar verwachsene Insectenfüße zu seyn, oder vielleicht noch richtiger mit der Legeröhre in genetischem Zusammenhang zu stehen, und also in diesem Fall den letzten getheilten Bauchhalbringel des Körpers darzustellen, welcher länglich geworden ist, was mit der Analogie des Ruthenknochens mit dem Zungenbeinknorpel (Tollwurm) übereinstimmte.

§. 60.

Ist die Zunge aber bloß eine entwickeltere, unter die Herrschaft der Empfindung getretene Darmhaut, so muß sich die Zottenbildung der letzten auch hier wiederholen, und diese Zotten der Zunge sind die Geschmackspapillen *). Nur ist hier Alles stärker und schärfer individualisirt, und selbst die Oberhaut wird als Periglottis auf ähnliche Weise verdickt, wie an der Fingerspitze sich mit der Entwicklung der übrigen Hautschichten auch die Epidermis verstärkte. Es haben daher die fadenförmigen Nervenwarzen, wie Treviranus richtig bemerkt, in ihrer Gestalt viel Aehnlichkeit mit den Darmzotten, aber er irrt sehr, wenn er sie bloß für Tastorgane hält, oder ihnen nur eine ähnliche Einsaugungsfunction überträgt, wie den Flocken des dünnen Darms. Sie sind ohne Zweifel die eigentlichen Geschmackswerkzeuge, und wo sie sehr entwickelt sind, ist der Geschmack auch bestimmter und schärfer, wie sich dieses im Thierreich leicht nachweisen läßt, und umgekehrt ist der Geschmack stumpfer, oder mangelt ganz, wo sie fehlen. Weil Menschen auch Geschmacksempfindung, trotz dem Mangel derselben, zuweilen gehabt haben (obgleich in diesen Fällen der Geschmack stumpfer war), beweis't eben so wenig, daß die Zungenwärzchen nicht das Hauptgeschmacksorgan sind, als daß das Auge nicht das eigentliche Sehorgan sey, weil viele Thiere gegen Licht sehr empfindlich sind ohne Auge, oder weil Menschen auch mit der Herzgrube, oder sonst einem Theil, Gesichtsempfindung gehabt haben. Eben so wenig, als je das Auge klare Lichtempfindung haben wird, wenn Glaskörper und Linse weggenommen sind, oder bei Mangel der Papillarpulpe des Labyrinths Töne deutlich erscheinen werden, ebenso unmöglich ist in den höheren Thieren ein scharfer Geschmack ohne die Theile, welchen Linse und Steinchen entsprechen, die Zungenwärzchen. Die Nervenpapillen sind in allen übrigen Sinnen die Hauptorgane, warum nicht hier? Die Einsaugungsfunction, welche sie allerdings besitzen mögen, widerspricht keineswegs ihrer Sinnesrolle, im Gegentheil beruht wahrscheinlich gerade darauf auf ebendieselbe Weise die Möglichkeit des Geschmacks, wie die blattförmigen Nasenpapillen, das Labyrinth, die mit Gerüchen beladene Luft einziehen, oder, wie die Linse und der Glaskörper, das Licht durchlassen und die Steinchen des Gehörorgans, den Schall brechen müssen, um Empfindung zu erregen. Wie die Nasenhöhle Luft aufnimmt, so die Zunge Wasser, die Einsaugung desselben durch die Darmflocken der Zunge richtet sich nur hier nicht mehr gegen die Vegetation, sondern gegen den Geist, wie die Einathmung der Luft in die Nase. Die Zungenwärzchen entsprechen daher ohne Zweifel wohl den Tastwärzchen, sind selbst bei vielen Thieren nur zahnartige, der Mastication dienende, tastende Theile, haben aber gewiß in denjenigen, welche sich durch Feinheit des Geschmacks auszeichnen, eine von den Tastwarzen verschiedene Gestalt. Die drei idealen Sinne hatten für ihr Warzengewebe jeder seine eigene Form,

*) Schon Bichat stellt beide richtig zusammen, Meckel und Treviranus (Biologie, Bd. VI. S. 231.) nehmen dasselbe an.

sollte es nicht auch zwischen den zwei niedersten Sinnen, Getast und Geschmack, der Fall seyn? Unbestimmter ist gewiß die Eigenthümlichkeit, aber dennoch stets vorhanden, und die Verschiedenheit beider richtet sich offenbar nach der Verschiedenheit ihrer Mutterorgane, Haut und Darm, von denen jedes dem genetisch mit ihm verbundenen Sinne seinen Character aufdrücken muß. Die Nervenwarzen der Finger werden hautartig, die der Zunge darmartig seyn. Es ist daher größere Härte, Vorherrschen der erdartigen Oberhaut und lineare Bildung der Character der Tastorgane, Weichheit hingegen, Vorherrschen der Schleimhaut und größere Dicke und Plattheit das Eigenthümliche der Zungenpapillen, dort wiederholt sich also mehr oder weniger der Haarcharacter, hier die Zottenstructur. Verdickt sich daher an der Zunge die, die Papillen überdeckende Oberhaut, so wird natürlich der Geschmack stumpfer und die Papillen werden bloße Tast- und noch mehr Kauwerkzeuge, und auf diese Weise entsteht der Zahnbau. Jeder Zahn hat, wie jede Stelle der Zunge, seinen Papillarkörper, was der Zahnkeim ist. Am deutlichsten ist dieß an den Zungen- und Gaumenzähnchen der Amphibien und Fische, welche nur versteinerte Nervenpapillen, oder Zotten sind, die eine steinerne Oberhaut tutenförmig überzieht. Bei'm Crocodil, an den Pharyngiaknochen der Fische u. A. ist nicht zu verkennen, wie ihre Zähne, welche eigentlich nur Zahnkronen sind, zur Basis eine Papille besitzen, welche Pulpus heißt, aber auch die eingekeilten Zähne der Säugethiere haben keine andere Entwicklung, welche sich von der der Gaumenzähnchen nur durch größere Individualisirung der einzelnen Hauttheile, durch Ausbildung derselben zu Zahnkläschen, die unter dem Zahnfleisch liegen, unterscheidet. Zu der Zahnbildung machen die in hornige Scheiden eingeschlossenen Zungenpapillen der katzenartigen Thiere, Fledermäuse, Beutelthiere ꝛc. den Uebergang, welche offenbar mehr Haltinstrumente, als Geschmackstheile sind. Wenn sich der weiche Theil nach der Mitte des Mundes hinzieht, so concentrirt sich der, mit einer knöchernen Epidermis versehene nach den Seiten dieser Höhle, wo überhaupt Knochenbildung herrscht, und wird zu Zahn. Zwischeninne stehen zuweilen noch die länglichen Zähnelungen der Seitentheile der Zunge (bei'm Tucan, Momot, manchen Wiederkäuern). — Auch die Lagerung der verschiedengeformten Zungenwärzchen scheint vollkommen mit der verschiedenen Bildung der Zähne an verschiedenen Orten zusammenzustimmen. Von vorn nach hinten nehmen die Papillen an Breite und Plattheit zu, indem sich mehrere der einfachsten mit einander verbinden, und so entsteht die Reihe der fadenförmigen, conischen, schwammförmigen und abgestutzten Wärzchen. Dasselbe thun die Zähne, von denen auch die vordersten die einfacheren und spitzigeren, die hinteren die aus mehreren Zahnkeimen (also Papillen) zusammengesetzten und platteren sind. Daraus wird der oben schon (§. 6.) ausgesprochene Satz mir immer wahrscheinlicher, daß die einzelnen Zahnarten, sowohl des Unter- als Oberkiefers, einzelnen Rippen angehören, von denen sich Rücken- und Bauchstücke von einander getrennt, nach Rücken und Bauch zurückgezogen und die zwei dadurch gebildeten Reihen, mit einander zu den zwei Kiefern verwachsen, an den Rückentheil der Zungenbeinrippe, an den Quadratknochen (Schuppenbein) angeschlossen haben.

§. 61.

Zeigt die Natur aber unverhohlen, daß der Unterschied von Tast- und Geschmackswärzchen seinen Grund in der Verschiedenheit des Entstehungsortes, der Haut und des Darmes, hat, so liegt der Schluß

nicht fern, daß auch von der Verschiedenheit des Darmcanals in den verschiedenen Thieren die Eigenthümlichkeit ihrer Zungenbildung abhängig sey. Auch Treviranus bemerkt, daß im ganzen Thierreich zwischen der Schleimhaut der Zunge und der einsaugenden Haut des dünnen Darms eine große Uebereinstimmung stattfinde, dessen Wahrheit hauptsächlich die Betrachtung der Gegensätze der Classen und der Entwicklung beider Organe darthut. Bei den Fischen, wo der Darm oft glatt ist und größtentheils nur Längsfalten den ersten Anfang von Zotten andeuten, ist bekanntlich auch die Zunge papillenlos und oft ein bloßer Knorpel. Die Amphibien, wo in der Regel sich im Darm durch Quertheilung der Längenfalten ein Netzwerk bildet, haben häufig dasselbe Netz auch auf der Zunge (so bei'm Crocodil) und unter den Säugethieren scheinen die Wiederkäuer, wie sie breitere Zähne und breite Zungenwärzchen haben, auch breitere und mit runden Spitzen versehene Zotten zu besitzen (Ochs), da umgekehrt bei den Katzen, deren Zungenzotten zahnartig sind, auch die Darmzotten sehr dünn, klein und conisch erscheinen. Aus derselben Ursache ist es zu erklären, warum im Menschen und den Säugethieren die Zunge am meisten Geschmackswarzen und folglich der Geschmack die größte Vollkommenheit besitzt, da gerade hier auch der Darmcanal die größte Vielheit der Zotten erreicht.

Die Richtung der Zungenwärzchen steht vollkommen in Uebereinstimmung mit der Lagerung der übrigen analogen Fortsätze, welche die Mundhöhle entwickelt, ja, wie es scheint, selbst mit der Richtung ihrer Wiederholungen auf der Haut. Sie stehen nämlich größtentheils nicht gerade aufrecht, sondern neigen sich mit ihrer Spitze nach hinten, was am augenscheinlichsten an den stachligen Zungen der Raubthiere ist, indem diese schiefe Stellung hier das Blutiglecken begünstigt, weil dabei gegen diese Darmhaare gestrichen wird, und die Reibung verhindern muß in der umgekehrten Richtung des Striches. Indeß auch selbst an der Menschenzunge ist dieß bei'm Lecken nicht zu verkennen und folglich auch eine schiefe Lagerung der Wärzchen nach hinten vorhanden. Dieselbe Richtung zeigen daher auch die Zähnchen dieses Organs und müssen sie haben, weil sie ja dieselben Organe sind, welche nur etwas mehr Kalkerde erzeugt haben. Hieran schließt sich die Bildung von Federbärten bei'm Momot, Tucan und Pteroglossus, die häutigen Säume auf der Zunge von Amphisbaena scutigera, die nach hinten gebogenen, häutigen, gefranzten Seitenanhänge der Zunge von der Riesenschlange (Boa constrictor), der Kamm von Seitenblättchen bei den Enten, die nach dem Magen zu gekehrten Knorpelstacheln der Speiseröhre der Meerschildkröten u. s. w. Wer sieht endlich nicht in dem analogen Organ der Kinnladen, dem Zahn, daß dieselbe Richtung seine Regel ist? Ich kenne kein Thier, wo die Eckzähne oder Schneidezähne, welche diese Stellung ebenso am deutlichsten offenbaren, wie die conischen Zungenwärzchen, mit ihren Spitzen nach vorn und außen sich krümmten. Von den Fischen an herauf bis zum Menschen liegt ihre Höhlung stets nach innen und hinten, und es ahmen also alle Formationen der Mundhöhle in ihrem Bau die Tendenz nach, welche das ganze obere Stück des Darmcanals und überhaupt das ganze Vorderende des Körpers auch im Handeln ausspricht, die Ingestion. — Vergleicht man aber mit dieser Schiefheit der Zotten die Richtung der analogen Organe auf der Haut, so findet man eine bedeutende Aehnlichkeit; denn wenn auch an der Lage der Haare große Differenzen vorkommen, so ist dieß doch nur im Einzelnen und da der Fall, wo sich einzelne Theile schon selbstständig ausgebildet haben. Der Grundtypus ist immer, daß die Spitzen der Hautpapillen nach hinten sich kehren. So ist es unverkennbar an den Schuppen der Fische und Schlan-

gen, an den Federn der Vögel, und selbst fast überall an den Haaren der Säugethiere. Die Nägel der letzten machen nur scheinbar eine Ausnahme, da, wer die Entwicklung der Extremitäten aus den Insectenflügeln berücksichtigt, erkennt, daß die Spitzen der Finger ursprünglich nach hinten liegen, nicht das vordere Ende des Gliedes bilden und folglich, dem allgemeinen Gesetz gemäß, alle Hautfortsätze schief von der Schulter nach den Fingern laufen müssen, wie dieß z. B. in den starken Schuppen der Schildkröten ausgesprochen ist, deren Nagelschuppen sich fast nicht von den übrigen unterscheiden.

Betrachte ich endlich noch die allgemeine Form der Zunge, so glaube ich, dasselbe Gesetz, was für die Herzform und für viele andere Organe gilt, auch hier aufstellen zu müssen, daß sie sich nämlich nach der Gestalt des ganzen Thieres richtet. Wo die Längendimension vorherrscht, wird die Zunge länglich, wo das Thier breiter ist, dehnt auch sie sich in derselben Richtung aus. Die Fische haben daher größtentheils eine längliche Zunge, und so unvollkommen sie bei'm Rochen die Natur hervorgebracht hat, so tritt an ihrem harten Rudiment doch derselbe platte Character auf, welcher die pflasterähnlichen Zähne desselben Thiers so merkwürdig macht. Bei den Amphibien haben wir zwei ähnliche, schärfer entwickelte Gegensätze, von denen der Eine durch die, die Längendimension aussprechenden Schlangen und Eidechsen, der Andere durch die, in die Breite sich ausdehnenden Schildkröten und Frösche dargestellt wird. Bei jenen ist aber, dieser Allgemeinform des Körpers gemäß, die Zunge wurmförmig und lang, bei diesen breit und kurz. Die Vögel haben fast durchgehends eine mehr längliche Zunge, indem ihre Kinnladenbildung den Längencharacter trägt, doch ist es merkwürdig, daß gerade diejenigen unter ihnen, deren Schnabel in die Breite sich ausdehnt, auch breitere und fleischigere Zungen darbieten, wie die Papageyen, Phoenicopterus, Enten ꝛc. beweisen. Es ist daher die Zunge breiter bei Raubvögeln, als bei Colibris, Sperlingen, Klettervögeln, Wasservögeln mit langen Schnäbeln (Rallus, Fulica). Unter den Säugethieren treten jene Gegensätze der Amphibien am schärfsten wieder auf, als Wiederkäuer und Katzen. Jene sind die Schildkröten dieser Classe, diese die Schlangen, dort herrscht Breite und Plumpheit, hier Schlankheit und Linienbildung. Demgemäß scheint auch die Zungenform dort mehr eine breite, hier eine lineare zu seyn, und noch auffallender ist diese Nachbildung des Ganzen im Ameisenfresser, der Echidna u. A., wo Körper und Kinnladen sich in die Länge ziehen. Mit der größern Schmalheit oder Breite dieses Organs steht ferner wahrscheinlich das verschiedene Verhältniß der fadenförmigen und conischen und der knopfförmigen und abgestutzten Zungenwärzchen in genauer Verbindung. Bei den Thieren, welche der Längendimension entsprechen, scheinen die Papillen einfacher, bei den Breitethieren zusammengesetzter zu seyn und so mit dem Zahnbau übereinzustimmen, der bei den Katzenartigen selbst an den Backenzähnen stets die Eckzahnbildung durchblicken läßt, während die Wiederkäuer auch die vorderen zu stumpfen Mahlzähnen machen wollen. Durchläuft man endlich diese Reihe von Gegensätzen der Wirbelthiere, so erkennt man leicht, daß auf die Breiten (Schildkröte, Frosch, Papageyen, Enten, Flamingo, Wiederkäuer) durchgehends größere Weichheit der Zunge, auf die Langen (Schlangen, Eidechsen, Langschnäbler, Katzen, Ameisenfresser) aber Härte und nicht selten Mangel der Papillen fällt. Daß dieses in dem Bau des Darmcanals, in dem Lustcharacter der Langen und der Wasserbedeutung der Breiten seinen Grund habe, ist wahrscheinlich, jedoch mögen im Einzelnen noch feinere Ursachen vorkommen, welche ein philosophischer Beobachter bei genauer Vergleichung und Zusammenstellung leicht finden wird.

Hauptresultate der Untersuchungen.

1) Die Sinne sind geistige Entwickelungen der drei Grundthätigkeiten des Organismus, Reproduction, Irritabilität und Sensibilität, und es giebt daher nur drei Sinnesarten (§. 54.)

2) Der Geschmack ist der Reproductionssinn (Qualitätssinn. — Wassersinn)
3) Das Getast ist der Sinn der Irritabilität (Quantitätssinn, mathematischer Sinn. — Erdsinn) } materiale Sinne (§. 54.)

4) Gehör, Gesicht, Geruch sind die Sinne der Sensibilität. — Ideale oder Fernsinne. — Luftsinne. Sie sind Wiederholung der materialen.

5) Alle Sinnesorgane sind ursprünglich Vegetationsorgane, vier hängen mit der Haut und den Athmungsorganen, einer mit dem Darmcanal und der Verdauung genetisch zusammen (§. 5)

6) Die Zunge ist ein Stück des Darmcanals (§. 59.).

7) Die Tastorgane sind Erzeugnisse der Bewegungsglieder und diese anfangs Athemorgane (§. 57.).

8) Ohr, Auge, Nase bilden Ein Ganzes und sind das geistig gewordene Kopfende der Luftröhrenreihe der Insecten (§. 9.).

9) Ohr und Auge sind die Zerlegung des irritabeln Systems und der Tastorgane. Jenes ist der Knochensinn und die Cohäsion ist zu Schall worden, dieses der Muskelsinn — die Wärme ist zu Licht geworden. Ideale Größensinne. Das Gehör ist Zeitsinn, das Gesicht Raumsinn (§. 40.).

10) Die Nase ist ideal gewordener Geschmack (idealer Qualitätssinn). — Reproductionssinn für die Ferne (Nervensinn?) (§. 53.).

11) Im Ohr, Aug und Nase wiederholt sich die Natur der drei planetaren Elemente. Das Ohr ist Luft-Erdsinn, das Auge Luft-Wassersinn, die Nase eigentlicher Luftsinn (§. 44.).

12) In ihnen entwickelt die Natur die drei Dimensionen des Raumes, im Ohr die Länge, im Auge die Tiefe, in der Nase die Breite (§. 52.). *)

13) Das Hauptorgan aller Sinne sind die Nervenwärzchen (§. 8.).

14) Die Steinchen, Linse und Muscheln sind die Papillarkörper von Ohr, Auge und Nase (§. 15. 35. 49.).

15) Die Ohrpapille ist linear und erdig, die Augenpapille eine Kugel und wässerig, die Nasenpapille blattförmig (§. 40. 50.).

16) An dem Papillarkörper des Ohres herrscht die Oberhaut, an dem des Auges die Lederhaut, an dem der Nase die Schleimhaut (§. 51.).

17) Zunge. — Scheitelsinn. — Die Nervenwärzchen der Zunge sind sensitiv gewordene Zotten des Kopfdarms (§. 60.)

18) Ihre Entwicklung und Form richtet sich nach der Entwicklung und Formverschiedenheit des Darmcanals und seiner Zotten (§. 61.).

19) Die Gestalt der Zunge richtet sich nach der Gestalt des ganzen Körpers (§. 61.).

*) Welches Licht durch diese höchst merkwürdige Vertheilung der Dimensionen an die Sinnentrias auf die, ihr entsprechende Dreiheit des Gehirns geworfen wird, wie dadurch die Hauptgehirnmassen und folglich ihre Geisteskräfte selbst mit den äußersten Puncten der Welt in genetischen Zusammenhang kommen, bedarf hier nur der Andeutung, und ich hoffe später in einer Physiologie des Hirns diese Sätze in den Geist selbst überzutragen und weiter zu entwickeln.

20) Tastorgane. — Hinterhauptssinn. — Die Bewegungsglieder sind die Kiemenflossen der Pteropoden, und die Flügel der Insecten, die Finger die einzelnen Flügeladern und Kiemenfäden (§. 46.).

21) Von den Fingern nach dem Oberarm zu geht die Ausbildung der Extremität (§. 57.).

22) Die Tastwärzchen sind sensitiv gewordene Haare und Schuppen (§. 56.).

23) Ohr. — Felsensinn. — Vorhof und Schnecke sind die Trachealsäcke des Hinterhaupts und die Bogengänge die Luftröhren (§. 12.).

24) Die Härte der Steinchen steht mit der Härte des Knochensystems in geradem Verhältniß (§. 14).

25) Der Schneckensack windet sich spiral mit seinem Steinchen und wird zum Spiralblatt (§. 15b.).

26) Das Felsenbein sind die verwachsenen Seitentheile zweier Schädelwirbel, einer für Vorhof, der andere für Schnecke (§. 16.).

27) Die Fenster sind Ueberbleibsel der Zwischenwirbelspalte derselben (§. 17.).

28) Die Wasserleitungen sind innere Rudimente der ehemaligen Trennung derselben (§. 18.).

29) Die Paukenhöhle ist ein Ueberbleibsel der Kiemenhöhle der Fische (§. 91.).

30) Die Eustachische Trompete ist das Rudiment der innern Kiemenöffnung (§. 19.).

31) Die Gehörknochen sind die skeletirten vordern Kiemenbögen (§. 21.).

32) Der Paukenfellring und das Paukenfell selbst ist der metamorphosirte Kiemendeckel und Kiemendeckelhaut der Fische (§. 25.).

33) Die Kiemendeckelstücke sind die obersten Kiemenstrahlen der Zungenbeinrippe (§. 6).

34) Das Rivinsche Loch ist Wiederholung des äußern Kiemenspaltes (§. 24.).

35) Auge. — Stirnbeinsinn. — Der Apfel ist der zweite sinnige Luftröhrensack des Kopfs (§. 28.).

36) Die Pupille und der Augenspalt der Wirbelthiere und Puppen haben die Bedeutung eines Stigma (§. 29. 31.).

37) Linse und Glaskörper sind anfangs Fühler (§. 35.).

38) Die Glaskörperzellen sind die zusammengeflossenen Papillarkegel des polyedrischen Insectenauges (§. 36.).

39) Der Fächer der Vöget ist eine Wiederholung der Pigmenthüllen derselben (§. 37.).

40) Der sichelförmige Fortsatz und die Glocke stehen in genetischem Zusammenhang mit dem Augenspalt (§. 29).

41) Die Thränengänge stehen in wahrscheinlicher genetischer Verbindung mit der Seitenlinie der Fische (§. 39.)

42) Nase. — Nasenbeinsinn. — Sie ist das letzte und offene Stigma des Kopfs, der Trachealsack des vordersten Schädelwirbels (§. 46.).

43) Die Muschelblätter der Fische ꝛc. sind, wie die Steinchen und die Glaskörperkegel, die Kiemenbildung der entsprechenden Luftröhrensäcke (§. 49.).

Erklärung der Kupfertafeln.

Erste Tafel.

Fig. 1. Senkrechter Durchschnitt des hinteren Theils vom Schädel des Hechts, so daß die Gehörwerkzeuge der rechten Seite zu Tage kommen. a. Durchschnittsfläche des Schädels; a†. Hinterhaupt; b. Höhle, worin der Schneckensack (c.) liegt; d. durchscheinendes erstes Schneckensteinchen (Sagitta), in seiner Mitte die Nervenfurche; e. hinteres Steinchen des Steinsacks (Asteriscus), welches mit seinem vorderen Rande zugleich nach Innen, mit seinem hinteren nach Außen gekehrt ist, so daß die äußere, etwas hohle Fläche schief nach vorn und außen sieht; f. blasiger Anhang, der nach dem Wirbelcanal läuft, sich mit dem andern canalartigen Ende an den Schneckensack und an die Ampulle des äußeren Bogengangs (g.) heftet und in die letzte mündet; h. Vorhof; i. Ampulle des vordern und äußern Bogengangs; k. vorderer Bogengang; l. Anfang des äußern Bogengangs, der hier in seinen Schädelcanal (m.) tritt; n. hinterer Bogengang; o. Eintrittsstelle in den Canal des Hinterhaupts; p. unteres Ende desselben; q. Austrittsloch der zwei Bogengänge.

Fig. 2. Senkrecht durchschnittenes Hinterhauptsbein vom Karpfen, um den Schneckensack und die Lage der Schneckensteinchen zu zeigen; der obere Theil des Schädels ist bis auf das Knochenblatt, was die Höhle des Schneckensacks bedeckt, weggelassen; stark vergrößert. a. Gelenkhöhle des Hinterhauptbeins; b. Gang für den Canalis impar Web.; c. Knochenblatt, was den Steinsack vom Gehirn trennt, aufgebrochen; d.d. Höhle des hinteren Felsenbeins, worin der Steinsack (Schnecke); e. Nath der beiden Felsenbeine; f. vorderes Felsenbein; g. Ende des Steinsacks, wo er sich an den Vorhof anschließt; h. vorderes Schneckensteinchen (Sagitta) und sein oberer Fortsatz; h†. dessen unterer, breiterer, kürzerer Fortsatz, beide in einer besonderen Höhle liegend; i. knorplige, schief von oben nach unten laufende Scheidewand, welche zum Theil den untern vom obern Fortsatz trennt; k. hinterer Theil des Schneckensacks, worin Asteriscus liegt; l.l. innerer Theil desselben, welcher knorplig ist und woran das Steinchen liegt; m. Knochenhöhle des Hinterhaupts und Felsenbeins.

Fig. 3. Nach Außen aufgebrochene rechte Schnecke eines Kapauns, stark vergrößert. a. Steigbügel, welcher zum Theil die Vorhofstreppe bedeckt, die knöcherne Röhre, wie alle übrigen Umgebungen sind weggelassen. b. knöchernes Schneckenhorn; b†. hinterer Theil derselben, wo das runde Fenster gewesen; c. Spiralblatt der Paukentreppe (b.), was sich nach unten windet; d. Spiralblatt der

Vorhofstreppe (f.), oben sind beide eine kurze Strecke bis e† Ein Stück; e. Trennungsstelle der beiden Blätter, welche der Nerv (g.) verfolgt; eine feine Haut verbindet sie bloß; h. Knorpelsäckchen, was mit einer weißen Materie gefüllt ist (mit der Anschwellung in der Spitze der Schnecke zu vergleichen). i. Endpunct der Blätterspalte.

Fig. 4. Schnecke des Auerhahns, stark vergrößert und mit Weglassung der übrigen Theile. a. Steigbügel auf dem eiförmigen Fenster stehend; b. Knochensäulchen, was die Fenster trennt; c. Knochenröhre, worin der Steigbügel nach dem eiförmigen Fenster läuft; d. aufgebrochene Höhle des runden Fensters, worin Wasser; e. Spiralblatt der Paukentreppe, welches sich an den Rand des Knochensäulchens (b.) anlegt; f. durchscheinend gezeichnetes Spiralblatt des Vorhofs; g. Trennungsstelle der Blätter; h. aufgeschnittenes Säckchen, um dessen Höhle zu zeigen; i. wie Fig. 3.; k. knöcherne Schnecke.

Fig. 5. Rechte Seite des Schädels vom Bandfisch (Cepola Taenia), um das eiförmige Fenster und die Anlage der Kiemenbögen zu zeigen (Quadratknochen, Kiemendeckelstücke, hintere Kiemenbögen sind weggenommen). a. Bauchstück der ersten Kiemenbogenrippe; b. Rückenstück derselben; c. Fortsatz dieses Kiemenbogens, der an das eiförmige Fenster heraufsteigt; d. Basis des Hinterhaupts; e. Seitentheil des Hinterhauptbeins (und zugleich hinteres Felsenbein); f. vorderes Felsenbein und die Knochenblase, die es mit dem hinteren (e.) bildet; g. eiförmiges Fenster, was auf der Mitte der Knochenauftreibung liegt und mit einer dünnen Haut überspannt ist; h. Nath, welche beide Felsenbeine verbindet und in das eiförmige Fenster, als in ihre runde Erweiterung ausläuft (Intervertebralspalte des Felsenbeins); i. Pflugscharbein; k. Knochenschuppenhalbring des Auges; l. Hinterhauptsloch; m. Gelenkvertiefung des Quadratknochens; n. Zwischenkieferbein; o. dreieckiger, dazu gehöriger Knochen; p. Lippenknochen; q. Unterkiefer, hinten abgeschnitten.

Fig. 6. Felsenbein der Riesenschildkröte, um die Bedeutung des eiförmigen Fensters zu zeigen. a. Gelenkkopf des Hinterhauptbeins; b. aufgebrochene Paukenhöhle, um die Felsenbeine sichtbar zu machen; c. Seitentheil des Hinterhauptbeins; d. hinteres Felsenbein (Mastoideum); e. vorderes Felsenbein, vorn abgebrochen; f. Sutur, welche das Hinterhauptbein mit dem hinteren Felsenbein verbindet und in das Loch für den Austritt des Vagus (foram. lacerum) ausläuft; g. Sutur, welche vorderes und hinteres Felsenbein verbindet, in das eiförmige Fenster (h.) ausläuft (Zwischenwirbelspalte des Felsenbeins) und unterhalb des eiförmigen Fensters auf der Basis cranii sich endigt.

Zweite Tafel.

Fig. 1. Kopf eines menschlichen Fötus vom vierten Monat (dreimal vergrößert). a. Verwachsene Augenlider; b.b.b.b. Durchschnitt der, vom Seitentheil des Kopfs weggenommenen weichen Theile; c. Hautlappen, zurückgelegt, um den, noch rothen Schildknorpel (μ.) zu zeigen; d. unterer Theil des Scheitelbeins; e. Hinterhauptsschuppe; f. knorplig-häutige Stellen zwischen Hinterhaupt und Felsenbein; g. Gelenkfortsatz des ersten Halswirbels; h. noch sehr kleiner Zitzenfortsatz; i. k. Gefäßlöcher im Felsenbein (m.), wovon k. for. mastoideum; l. zwei weiße Verknöcherungsstreifen im Felsenbein, wovon der eine dem Warzenbein, der andere dem Fels selbst anzugehören scheint; n.

das sehr kleine Schuppenbein, was den Fels noch nicht überragt; o.o. knorplig-häutige Stellen zwischen dem Schuppenbein und dem Scheitelbein; p. Jochfortsatz; q. Gelenkstück des Unterkiefers; r. Kronfortsatz desselben; s. Alveolarstück; t. Steigbügel; u. Steigbügelmuskel; v. Amboß; v†. dessen hinterer Fortsatz, welcher an den Fels durch Bandmasse angeheftet ist; w. Körper des Hammers; x. Trommelfellfortsatz desselben; y. processus gracillimus; z. $\alpha.\ \beta.\ \gamma.$ großer, rother, runder Knorpelstiel des Hammers, der hinter dem Paukenring ($\pi.$) und an der innern Seite des Unterkiefers wegläuft und sich bei $\gamma.$ an der vordern Seite einer kleinen Hervorragung des Alveolarstücks anheftet; $\pi.$ der Paukenring, vorn und oben breit, etwas nach Innen gekrümmt, biegt sich dann ein, um sich wieder nach Außen zu kehren und den, immer dünner werdenden Bogen zu bilden, der oben weit unterbrochen ist; $\delta.$ rother, knorpliger Griffelfortsatz, der als förmliches Griffelbein bis zum Zungenbein herabläuft; $\varepsilon.\ \eta.$ Theile des vorderen, linken Zungenbeinhorns; $\vartheta.$ hinteres Zungenbeinhorn mit seinem Nebenknorpel ($\lambda.$); $\mu.$ Schildknorpel.

Fig 2. Kaulquappe vom braunen Grasfrosch (Rana fusca), kurze Zeit nach dem Auskriechen; stark vergrößert. a. Blattartiger Fortsatz unter dem Mund (s. S. 9.); b. Nasenloch; c. ovales Auge; d. die zwei, mit kolbigen Zweigen versehenen Kiemen, welche aus dem Kiemenspalt (d†.) hervorhängen (S. 38.); e. durchscheinende Wirbelsäule des Schwanzes; f. Mastdarm; g. After.

Fig. 3. Froschquappe aus einer späteren Zeit, wo sich die Kiemen zurückgezogen haben; stark vergrößert und von unten. a. Dreieckiger Mund; b. abgeschnittene Speiseröhre; b†. schwarze Scheidewand der Mund- von der Bauchhöhle; c. bis an f. geöffnete Mundhöhle und durchscheinende Wirbelkörper des Kopfs; d.d. große Nische und Oeffnung der Kiemen; g. die drei Kiemenbögen, die auf der linken Seite von Außen, auf der rechten von ihrer innern ausgehöhlten Fläche zu sehen sind; die Kiemenfäden sind durch Striche angedeutet; e. Längsmuskel des Mundes; f. Quermustel desselben; h. Lungenblasen.

Fig. 4. Froschquappe aus noch späterer Zeit, wo die Vorderfüße bereits vorgestreckt sind. a. Zur Seite gelegte untere Hautdecke der rechten Mundhöhle; b. linkes Auge mit dem Spalt der Iris; b†. in der Mundhöhle durchscheinendes rechtes Auge; c. obere Fläche der Mundhöhle, worauf die Wirbel des Kopfes durchscheinen; d. die verengerte, zur Eustachischen Trompete sich zusammenziehende, innere Kiemenöffnung, von der eine Nadel (e.) ihre Oeffnung durch die Kiemenbögen, eine andere (l.) ihre Verbindung mit dem Armspalt (h.) zeigt; g. die drei Kiemenbögen; i.-i. rechter und linker Vorderfuß.

Fig. 5. Kopf einer Feuerkröte (Bufo ignea) von der rechten Seite, einmal vergrößert. a. Nasenlöcher; b. Augenlidspalt; c. c. c. Rand der abgeschnittenen Haut; d. Schulterblatt; e. bogenförmig heraufsteigendes, knorpliges Zungenbein, was, nachdem es um den Quadratknochen (l.) herumgegangen, sich, immer dünner werdend, nach hinten krümmt und bei f. an den vordern Theil des eiförmigen Fensters (i.) sich anlegt (bei andern Kröten, z. B. cinerea, ist dieser Anlegepunct, wegen des entstandenen Steigbügels, etwas weiter nach unten gedrängt und vom Fenster entfernter); g. aufgeschnittenes Muskelbündel, in welchem das Zungenbeinhorn vorläuft; h. Sehne, die von dem oberen Stück des Zungenbeinhorns zum Quadratknochen läuft und sich hier ansetzt; k. Oberfläche des Schädels; l. Quadratknochen; m. Unterkiefer; n. Jochfortsatz.

Dritte Tafel.

Fig. 1. Rechte Gehörwerkzeuge eines Truthahns von unten und außen; vergrößert. a. Gelenkkopf des Hinterhauptbeins; b. Trommelfell; c. sehniges, querliegendes Gehörknöchelchen (Amboß); d. feiner, sehnig-knorpliger Fortsatz desselben nach der aufgebrochenen Eustachischen Röhre (e.) zu der Stelle d†. laufend, wo er mehr musculös wird (Processus gracillimus und Tensor tympani); f. Knochenröhre, worin eine Vene; g. Schneckenhorn, darunter hervorragend; h. halbcirkelförmige Canäle; i. Körper des Keilbeins.

Fig. 2. Rechte aufgebrochene Trommelhöhle eines Auerhahns (stark vergrößert). a. Rundes Fenster; b. Tritt des Steigbügels; c. Columella desselben; d. Hammer, der an das Trommelfell (e.) stößt, was nach unten zurückgeklappt ist; f. sehniges Querstück, was am Trommelfell und hinten an der Trommelhöhle fest sitzt (Amboß?); g. dreieckiges, sehnig-knorpliges Stück, was Fasern zum runden Fenster und (g†.) an die Verbindung von Hammer und Steigbügel (h.) schickt; i. abgebrochener Querbalken, worin ein Blutgefäß läuft; k. sehniges Bündel, was nach der Verbindung von Hammer und Steigbügel herabläuft; l. Muskelbündel, was von der hintern Gränze des untern Theils der Trommelhöhle nach der Verbindung von Hammer und Steigbügel heraufsteigt (Stapedius); m. Knochensäulchen, was beide Fenster trennt.

Fig. 3. Rechte Trommelhöhle eines Truthahns, wenig vergrößert. a. Nach unten geschlagenes Trommelfell bis zu der Stelle, wo der Knorpel nach der Eustachischen Trompete herabläuft (b.); c. Trommelhöhle; d. sehniges Querstück (Amboß), an dessen Ende sich senkrecht der Hammer (e.) heftet; f. knöcherner Querbalken der Trommelhöhle, von dem das sehnige Bündel (g.) entspringt, was nach der Verbindung von Hammer und Steigbügel und über sie hinaus an d. läuft.

Fig. 4. Rechtes Trommelfell eines Kapaunes; vergrößert. a. a. Trommelfellhaut selbst; b. durchscheinendes sehniges Querstück (Amboß), was das Trommelfell nach Außen drängt; c. der daran sich anschließende Knorpel, schief von hinten nach unten und vorn in die Eustachische Trompete herablaufend; d. durchscheinende sehnige Ausbreitung der vordern Sehne der Gehörknochen; f. Gefäß, was längs dem oberen Rand von b. und c. herabläuft und sich auf dem Paukenfell vielfach vertheilt.

Fig. 5. Stark vergrößerter Paukenring und Gehörknochen eines Frosches (Rana fusca). a. Hinteres Ende des Quadratbeins, an dessen hinterer und äußerer Fläche der breite knorplig-sehnige, schwarze Ring fest anliegt und an dessen äußerem Rand das Paukenfell sich ansetzt; bei c. u. a. ist er durchschnitten und sein übriger Umfang durch Puncte angegeben; d. Steigbügel, welche zum Theil in das eiförmige Fenster (k.) und auf dessen Deckel (i.) tritt; e. knorpliges Hammerstück, was sich mit seinem untern kolbigen Ende an das, hier entfernte, Paukenfell in dessen Mitte festsetzt; f. Verbindungsstelle beider Knochen; g. Fortsatz des Hammers, der in der Gegend der Verbindung des Quadratbeins mit dem Schädel (h.) sich ansetzt; l. Ende des Muskels, der vom Schulterblatt nach dem Knorpeldeckel des Fensters läuft.

Fig. 6. Gehörknochen desselben von der Seite, abgesondert und stark vergrößert. a. Steigbügel; b. Hammer, woran der, in einem spitzigen Winkel abgehende Fortsatz c.; d. Verbindungsstelle von Hammer und Steigbügel.

Fig. 7. Junger brauner Grasfrosch, hinten ist die Haut weggenommen, um die Gehörwerkzeuge sichtbar zu machen. a. Nasenloch; b. Auge mit dem noch sichtbaren Spalt; c. Paukenring (Pauke); d. Steigbügel und Hammer, an dem Deckel des Fensters (e.) hängend; f. Muskel, der, unter dem Schulterblatt (h.) hervortretend, nach dem Deckel (e.) herabsteigt und daran sich festsetzt; g. andere Muskeln, die nach dem Quadratknochen herabsteigen; i. rechter Vorderfuß; k. abgetrennte Rückenhaut; l. Labyrinthsblase.

Fig. 8. Auge der Weinbergsschnecke (Helix pomatia), im zurückgezogenen Zustand untersucht, stark vergrößert. a. Umgestülptes Fühlhorn; b. dessen vordere Oeffnung; c. c. brauner Sack, worin der Sehnerve verläuft, geöffnet; d. das Nervenganglion; e. Augapfel und zwar die kugelige Aderhaut, worauf ihre Löcher zu bemerken sind; f. Iris oder Ciliarkrone; g. hervorragende Linse.

Vierte Tafel.

Fig. 1. Vorderes Stück der Puppe von Sphinx Euphorbiae, einigemal vergrößert. 2. 3. 4 5. erste Bauchringel; 8. Unterflügelringel. a. a. a. Stigmata der Ringel 3. 4 5.; b. verschlossenes Luftloch, was als ein kleines Höckerchen übrig geblieben ist; c. Luftloch der Brust, dessen Oeffnung gekrümmt ist; d. Oberflügel; e. erster Kopfringel (Fels); f. zweiter Kopfringel (Scheitelbein); g. dritter Kopfringel (Stirnbein); h. vierter Kopfringel (Nasenbein?); i. das, neben dem Oberflügel herabliegende Fühlhorn; k. l. m. Füße ebenso nach hinten gelegt; n. krumme Augenspalte (Andeutung des Luftlochs vor dem ersten Kopfflügel, d. h. dem Fühlhorn); q. Brustringel (Hinterhaupt).

Fig. 2. Dieselbe Puppe mit aufgebrochener Schaale am Auge. n. Krummer Eindruck auf dem hervorstehenden Apfel (o.); p. Augenhöhle. Die übrigen Zeichen wie in voriger Figur.

Fig. 3. Die drei letzten Schwanzringel derselben Puppe (1. 2. 3.), wo auf der dritten das krumme verschlossene Luftloch ist.

Fig. 4. Beträchtlich vergrößertes Auge der Puppe von Bombyx Erminea, vor der Felderbildung geöffnet. a. Rüssel; b. Apfel; c. Abgränzung der hinteren von der vorderen Hälfte durch eine bogenförmige hellere Linie (die der Abdruck der in Fig. 1. abgebildeten Puppenfurche n. ist).

Fig. 5. Vorderes Stück der Raupe von der Kupferglocke (Lasiocampa quercifolia), vier- bis fünfmal vergrößert. a. Die fünf Raupenäuglein, welche in einem ungleichen Halbkreis stehen; b. Furche, welche sie umgiebt und in Zusammenhang mit unregelmäßigen Feldern ihres Hautstücks steht (vielleicht vordere Abgränzungslinie des vorbereiteten zusammengesetzten Auges und jene Felder unregelmäßige Vorbilder desselben); c. Bruststigma; d. i. mit Haaren besetzte Seitenfortsätze (Andeutungen von Flügeln?, Fühlhörnern?); e. erster Kopfringel, worauf dunkle Längsstreifen, die sich nach vorn deutlicher fortsetzen und in verschiedene Abtheilungen zerfallen; g. Haare; h. Mittellinie des Kopfs; q.1., q.2., q.3. die drei ersten Brustringel.

Fig. 6. Vorderes Stück der Puppe von der Kante (Papilio Urticae), stark vergrößert. 1. 2. 3. Die ersten drei Bauchstigmata; c. krummes Bruststigma; n. Augenstigma; d. Oberflügel; e. Unterflügel; rechtes Fühlhorn; k. Füße; l. Horn vor dem Auge.

Fig. 7. Dieselbe nach Oeffnung des Horns und Augenstigma, gleich nach der Verpuppung. o. Auge ohne Facetten; n†. weißerer Strich auf demselben, welcher dem abgebrochenen Puppenstigma und seiner Krümmung entspricht; s. fettkörperartige Masse, welche im Horn liegt und sich schon vom Auge unterscheiden läßt; b. aufgebrochenes Horn; m. dessen Rand. Uebrige Zeichen wie bei Fig. 6.

Fig 8. Dieselbe in einer späteren Zeit, Horn bis dicht an das Stigma der Puppenhaut (n.) aufgebrochen, um zu zeigen, wie das darunter liegende Auge n†. gerade in seiner Mitte an ihm liegt. Das Horn ist bereits ganz von festerer Masse leer und nur eine helle Flüssigkeit füllt es aus. Uebrige Zeichen wie vorher.

Fig. 9. Rechtes hinteres Steinchen (Asteriscus) aus dem Schneckensack von der Schleihe (Cyprinus Tinca), von der äußern Seite, stark vergrößert, um auf die Ring- und Längsfurchen, sowie auf die, an seiner untern Hälfte bemerkbare Erhabenheit oder den Wirbel aufmerksam zu machen.

Fig. 10. Dasselbe von der innern Seite, womit es an der Haut des Sacks anliegt.

Verbesserungen.

S. 5. l. Z.: Atom statt Atem. S. 7. Z. 21: an dem Kopf statt an den Kopf. S. 9. Z. 31. dessen untere st. ihre untere. Z. 26: nach dem Kopf statt nach den Kopf. S. 21. Z. 13: daß st. da. S. 25. Z. 14: §. 15b. st. §. 2. S. 26. Z. 5: die st. das. Z. 6: die st. das. S. 40. letzte Z.: Quadratbein der Vögel statt Quadratbein Vögel. S. 48. Z. 18: der entgegengesetzten Seiten st. entgegengesetztesten Seite. S. 49. Note: führt einen ähnlichen st. führt denselben. S. 53. Z. 19: 2. das äußere statt d. das äußere. S. 95. Z. 30: Trias statt Dryak.

Inhalt.

Ueber die Sinne.

		Seite
Erster Abschnitt.	Von den Sinnen im Allgemeinen	3
Zweiter Abschnitt.	Kap. 1. Von Ohr, Auge und Nase im Allgemeinen	12
	Kap 2. Vom Ohr	14
	1) Häutiges Labyrinth	16
	Uebersicht der Steinchen in den verschiedenen Thierclassen	28
	2) Knöchernes Labyrinth	31
	3) Anhänge des Gehörorgans	36
	a. Paukenhöhle	36
	b. Gehörknochen	41
	c. Trommelfell und Paukenring	50
	d. Aeußeres Ohr	53
	Kap. 3. Vom Auge	54
	Vergleichung des Ohres und Auges	73
	Kap. 4. Von der Nase	82
Dritter Abschnitt.	Vom Geschmack und Getast	100
	Kap. 1. Allgemeine Verhältnisse zu den Vorigen	100
	Kap. 2. Von den Tastorganen	104
	Kap. 3. Von der Zunge	109
	Hauptresultate der Untersuchungen	115
	Erklärung der Kupfer	116

Ver-

Verzeichniß

einiger, bei der Verlagshandlung dieses Werkes erschienenen naturhist. und anderer Schriften, welche durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes zu erhalten sind:

Batsch, geöffneter Blumengarten, theils nach dem Engl. von Curtis botan. Magazin neu bearbeitet, theils mit neuen Originalen bereichert, zur *Erläuterung der Frauenzimmer-Botanik*, mit 100 ausgemalten Kupfertafeln und Französ. und Teutschem Texte. 2. Aufl. gr. 8. 1802. 6 Rthlr. 8 gr. oder 11 fl.

Demonstrationen, Geburtshülfliche, eine auserlesene Sammlung der nöthigsten Abbildungen für die Geburtshülfe, erläutert zum Unterricht und zur Erinnerung. 1r. Heft, Royal-Folio. 1 Rthlr. 6 gr. oder 2 fl. 15 kr.

Dumeril's analytische Zoologie. Aus dem Französischen und mit Anmerkungen von Dr. *L. F. Froriep*. gr. 8. 1806. 1 Rthlr. 12 gr. oder 2 fl. 42 kr.

Froriep, Dr. L. F. v., Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde. Mit Abbildungen. I. bis VI. Band. gr. 4. 1821 bis 1824. Der Band von 24 Stükken kostet 2 Rthlr. oder 3 fl. 36 kr. Jedes einzelne Stück ohne Kupfer kostet 3 gr. oder 12 kr., mit schwarzen Kupfern 6 gr. oder 27 kr., mit illum. Kupfern 9 gr oder 40 kr. Bei ganzen Bänden wird jede schwarze Kupfertafel für einen, und jede illuminirte für zwei Bogen Text gerechnet.

Greenough's G. B., kritische Untersuchung der ersten Grundsätze der Geologie, in einer Reihe von Abhandlungen. Aus dem Engl., gr. 8. 1821. 1 Rthlr. 12 gr. oder 2 fl. 42 kr.

Hauy's, R. J., Grundlehren der Physik. Aus dem Französischen übersetzt, mit Anmerkungen von Dr. J. H. L. Blumhof und mit Vorrede und Anmerkungen von J. H. Voigt. 2 Bde. mit 24 Kupfertaf. gr. 8. 1804. 3 Rthlr. 12 gr. oder 6 fl 18 kr.

Hufeland, Dr. F., über Sympathie. 2 Aufl. gr. 12. 1822. 18 gr. oder 1 fl. 21 kr.

Lampadius, W. A., neue Erfahrungen im Gebiete der Chemie und Hüttenkunde, gesammelt im chemischen Laboratorium zu Freiberg und in den Hüttenwerken und Fabriken Sachsens, in den Jahren 1808 bis 1815. I. Bd. Mit 7 Kupfertafeln. gr. 8. 1816. 1 Rthlr. 18 gr. oder 3 fl. 9 kr.

— Desselben II. Band. Mit 4 Kupfertafeln. gr. 8. 1817. 1 Rthlr. 6 gr. oder 2 fl. 15 kr.

Maximilian, des Prinzen von Wied Neu-Wied Abbildungen zur Naturgeschichte Brasiliens. 1. bis 6. Lieferung; jede von 6 Kupfertaf. und 6 Blättern Erklärungen, Teutsch und Französ. Roy. Fol. jede Lieferung 4 Rthlr.

NB. Der Subscriptionspreis für die noch erscheinenden Lieferungen ist 3 Rthlr. für jede und steht für die 5te und 6te bis zur Ostermesse 1824 noch offen.

Parkes, Sam., chemischer Katechismus. Mit Noten, Erläuterungen und Anleitung zu Versuchen. Aus dem Englischen. Zweite, nach der achten und neunten Engl. Ausgabe berichtigte und mit vielen Zusätzen vermehrte Aufl. Mit 2 Kupfern. gr. 8. 1820. 3 Rthlr. oder 5 fl. 24 kr.

Pennant's, Th., allgemeine Uebersicht der vierfüßigen Thiere. Aus dem Englischen übersetzt, mit Anmerkungen und Zusätzen von G. M. Bechstein, mit 54 Kupfertafeln, I. und II. Band. gr. 4. 1799. 9 Rthlr. oder 16 fl. 12 kr.

Rosenthal, Dr. Fr., ein Beitrag zur Encephalotomie. Mit 2 Kupfertafeln. gr. 8. 1815. 12 gr. oder 54 kr.

Smith, Sam. Edw., botanische Grammatik, zur Erläuterung sowohl der künstlichen, als der natürlichen Classification, nebst einer Darstellung des Jussieuschen Systems. A. d. Engl. übers. Mit 21 Kupfertafeln. gr. 8. Ausgemalt 3 Rthlr. 18 gr. oder 6 fl. 45 kr.

— Dasselbe mit schwarzen Kupfern 1 Rthlr. 18 gr. oder 3 fl 9 Kr.

Teutschland, geognostisch-geologisch dargestellt, mit Charten und Durchschnittszeichnungen erläutert, herausgegeben vom Herrn Hofrath Ch. Keferstein, zu Halle. 1. Bandes 1. Heft, mit 2 colorirten Charten (General-Charte von Teutschland und zwei Durchschnitte von Teutschland von Süd nach Nord), gr. 8. 1821. 1 Rthlr. 18 gr. od. 3 fl. 9 kr. Rhein.

— Desselben I. Bds. 2. Heft, mit 2 colorirten Charten (zwei Durchschnitte von Teutschland von West nach Ost und geognost. Charte von Tyrol), gr. 8. 1821. 1 Rthlr. 6 gr. oder 2 fl. 15 kr.

— Desselben I. Bds. 3. Heft, mit 2 colorirten Charten (Durchschnitte von Tyrol und Salzburg und geognost. Charte von Baiern) und 2 geognostischen Zeichnungen, gr. 8. 1822. 2 Rthlr. oder 3 fl. 36 kr.

— Desselben II. Bds 1. Heft, mit 2 großen colorirten Charten (Schweiz, Würtemberg und Baden) und einer geognost. Zeichnung, gr. 8. 1822. 2 Rthlr. 6 gr. od. 4 fl. 3 kr.

— Desselben II. Bds. 2. Heft, mit 2 großen colorirten Charten (Hannover und Preußische Provinzen Westphalen, Cleve, Berg und Niederrhein), 2 Rthlr. oder 3 fl. 36 kr.

— Desselben II. Bds. 3. Heft, mit 1 großen colorirten Charte (Großherzogl. und Herzogl. S. Länder), gr. 8. 1823. 2 Rthlr. oder 3 fl. 36 kr.

Shaw's, John, Anleitung zur Anatomie, nebst deren Anwendung auf Pathologie und Chirurgie. Mit einem Anhange über die Verfertigung anatomischer Präparate. Ein Taschenbuch bei'm Zergliedern. Nach der dritten Ausgabe des Englischen Originals übersetzt. Mit 2 Tafeln Abbildungen. gr. 8. Cartonnirt 2 Rthlr. od. 3 fl. 6 kr.

Wasserwärmer, oder Vorrichtungen, mittelst welcher in kurzer Zeit durch wenig Brennstoff viel Wasser erhitzt werden kann; zum Gebrauch bei allen Anstalten, die heißes Wasser in großer oder geringer Menge bedürfen rc. Von C. F. Ch. Steiner. Mit 3 Kupfertafeln. gr. 4. Broschirt 15 gr. od. 1 fl. 8 kr.

Tab. I.

Fig. 1.

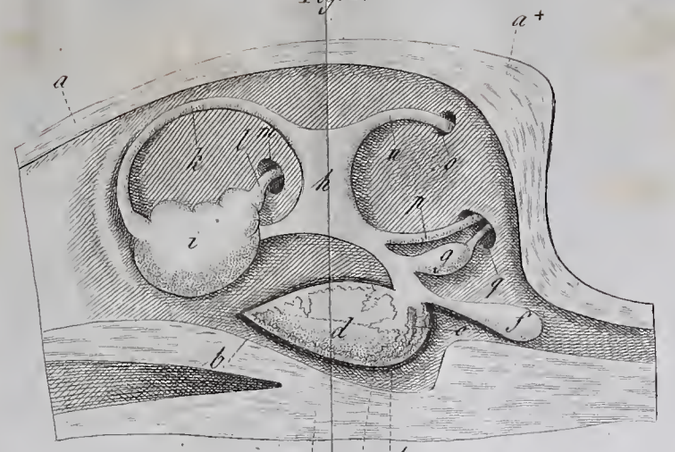


Fig. 2.

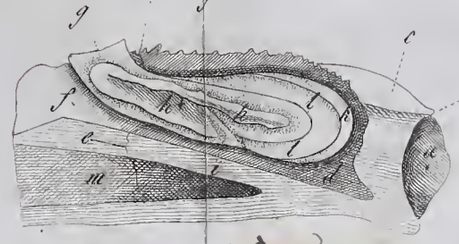


Fig. 3.

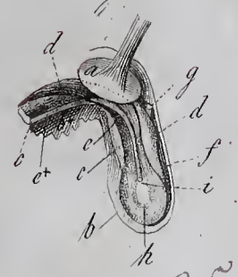


Fig. 4.

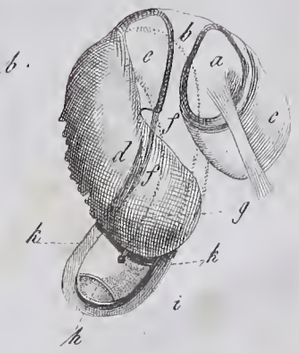


Fig. 5.

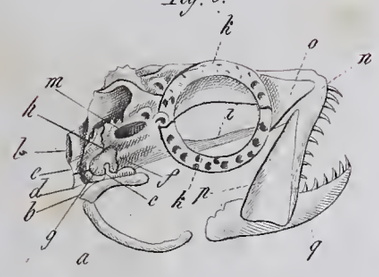
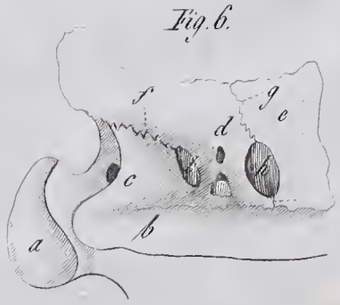


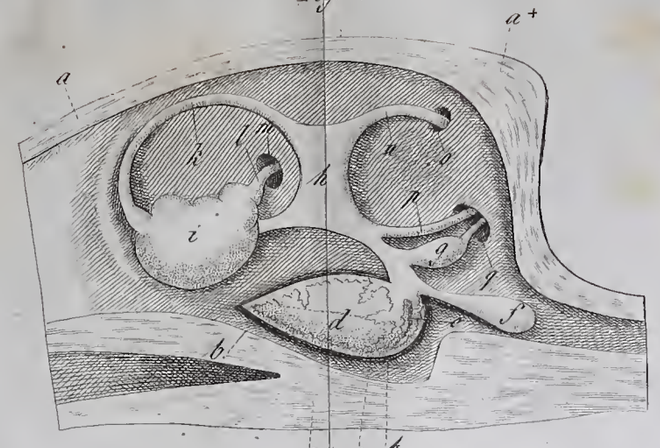
Fig. 6.



E. Huschke del. Goetn. sc.

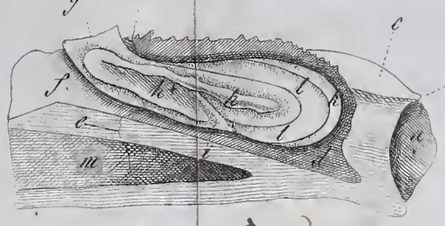
Tab. I.

Fig. 1.



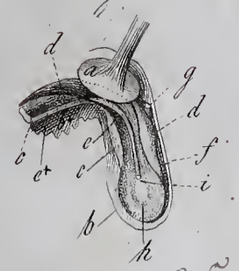
Durchschnitt des Gehirns

Fig. 2.



Durchschnitt des Gehirns

Fig. 3.



Durchschnitt eines Kopfmuskels

Fig. 4.

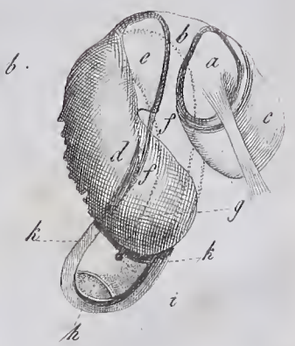


Fig. 5.

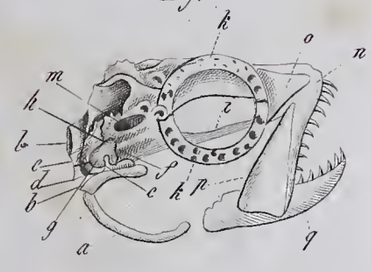
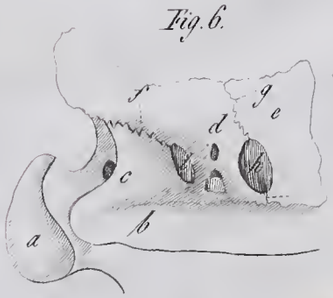


Fig. 6.



E. Huschke del. Coeln. sc.

Tab. IV.

Fig. 1.

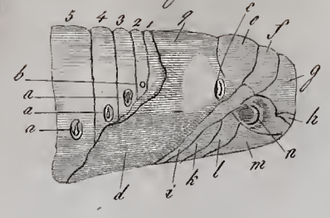


Fig. 3.

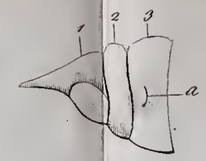


Fig. 2.

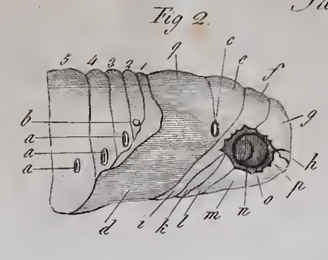


Fig. 4.

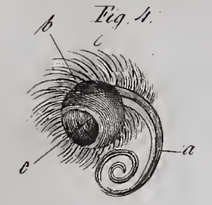


Fig. 5.

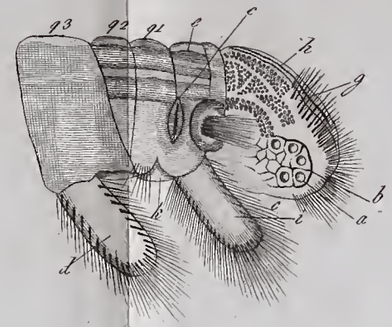


Fig. 10.

Fig. 9.

Fig. 6.

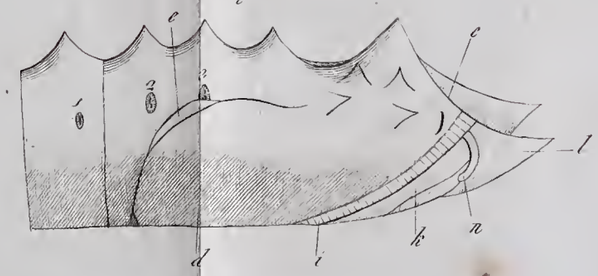


Fig. 7.

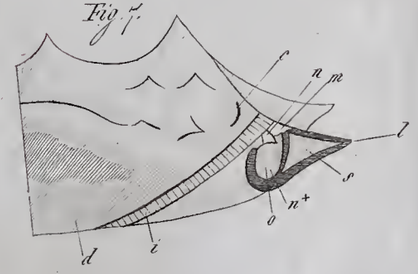
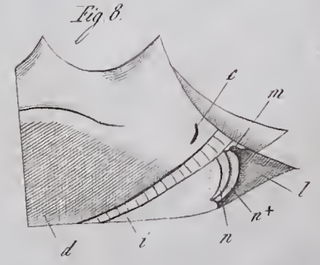


Fig. 8.



Hulchke del. Goetz sc.

Tab. IV.

Fig. 1

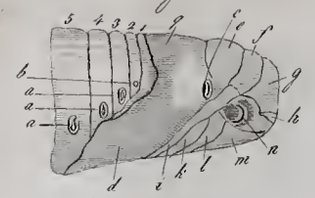


Fig. 3.

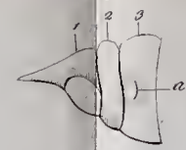


Fig. 2

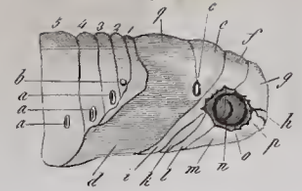


Fig. 4

Fig. 5.

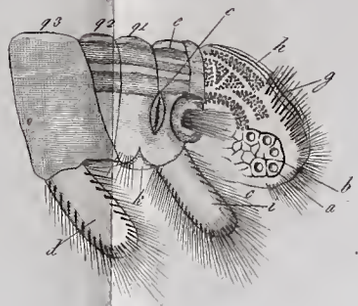


Fig. 10.

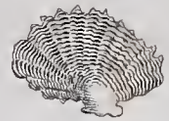


Fig. 9.

Fig. 6.

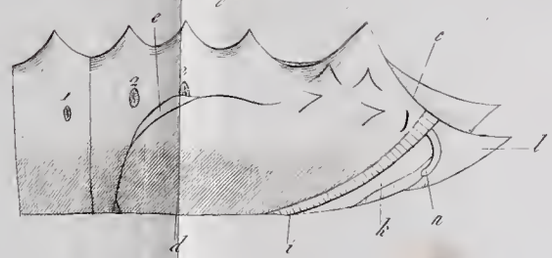


Fig. 7.

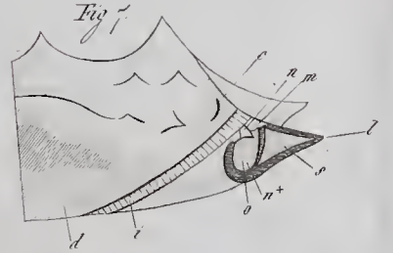
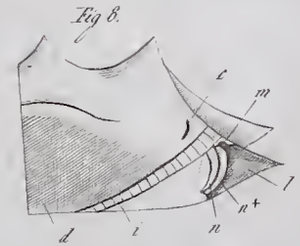


Fig. 8.



Huschke del. Goetz sc.